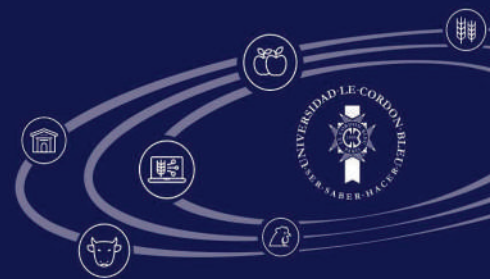


# REVISTA DE INVESTIGACIONES DE LA UNIVERSIDAD LE CORDON BLEU

ISSN:2409-1537

VOLUMEN 12 / NÚMERO 1 / ENERO - JULIO 2025



COCINANDO CIENCIA | COOKING SCIENCE | SCIENCES DE LA CUISINE | CIÊNCIA DA CULINÁRIA | KULINARIJOS MOKSLAS



SCIENZA CULINARIA | КУЛИНАРНАЯ НАУКА | KOCHWISSENSCHAFT | KULINARIJOS MOKSLAS | FŐZÉSTUDOMÁNY

## Artículo Original

**Conocimientos, actitudes y prácticas de madres gestantes sobre anemia en el Centro de Salud San Luis - 2022, Lima**

Alejo, R. y Castro, M. (p.130)

## Artículo Original

**Efecto del secado con aire caliente en la humedad libre y el contenido de fenólicos totales de tres morfotipos de mashua (*Tropaelum tuberosum* Ruiz y Pav.)**

Veliz-Sagarvinaga, R., Chamorro-Díaz, N., Chávez-Solano, Y., Cornelio-Santiago, H. y Gutiérrez-Valverde, K. (p. 115)

## Artículo Original

**Historia actualizada del pisco**

Ramírez, E. (p. 42)



Revista de investigaciones de la

UNIVERSIDAD LE CORDON BLEU

Editado por el centro de Investigación.

Avenida Salaverry 3180

Magdalena del Mar.

Teléfono: (511) 617-8310 anexo 8515

Código postal: 15076

✉ : revista.cientifica@ulcb.edu.pe

ISSN: 2409-1537

Peru

#### Periodicidad:

La revista se publica con una periodicidad semestral, con dos números por año. El primero corresponde al periodo de enero a junio y el segundo corresponde al periodo de julio a diciembre.

#### Áreas:

La revista está orientada a la publicación de artículos científicos originales y de revisión en las Ciencias Agrícolas, relacionadas con la producción de alimentos, la biotecnología, la nutrición e industria alimentaria y otras áreas relacionadas con la alimentación.

Esta publicación ha sido creada con el propósito de contribuir al desarrollo de la investigación, la ciencia y la innovación científica.

Está dirigida a la comunidad académica y científica de nuestro país y el exterior, vinculadas a la alimentación y ciencias afines.

[www.revista.ulcb.edu.pe](http://www.revista.ulcb.edu.pe)

Redes sociales académicas:



# TABLA DE CONTENIDOS

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA: **05**  
**Efectos de la Carboxiterapia en la salud metabólica: revisión narrativa**  
Arellano-Salazar, M.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA: **16**  
**Impacto de las películas comestibles como alternativa de envase de alimentos**  
Chamorro, N., Yalupalin, S., Larrea, C., Alvarado, D. y Calligos, D.

ARTÍCULO ORIGINAL: **34**  
**Análisis de las propiedades del sigalón (*Vasconcellea stipulata*) y su aplicación en productos de panificación**  
Cedeño-Zambrano, A., López-López, K., Salazar-Rodríguez, B., Zea-Álvarez, O. y Poveda-Anchundia, T.

ARTÍCULO ORIGINAL: **42**  
**Historia actualizada del pisco**  
Ramírez, E.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA: **55**  
**Envejecimiento, radicales libres y antioxidantes**  
Menéndez-Álvarez, E., Rodríguez-Espino, G. y Baguer E.

ARTÍCULO ORIGINAL: **68**  
**Perfil nutricional y alteraciones gastrointestinales en escolares con trastorno del espectro autista**  
García-Muñoz, L., García-Valecillo, M., Romero-Hernández, D., Fuentes-Sánchez, A. y Villalobos, D.

ARTÍCULO ORIGINAL: **83**  
**Seguridad alimentaria y pobreza alimentaria infantil en Perú: Análisis para el diseño de políticas públicas hacia el 2030**  
Navarro, J.

ARTÍCULO ORIGINAL: **97**  
**El cambio climático y sus efectos en la conservación de la biodiversidad y la gastronomía**  
Pulido-Capurro, V., Oliver-Carhuaz, E. y Dalmau, A.

ARTÍCULO ORIGINAL: **115**  
**Efectos del secado con aire caliente en la humedad libre y el contenido de fenólicos totales de tres morfotipos de mashua (*Tropaelum tuberosum* Ruiz y Pav.)**  
Veliz-Sagarvinaga, R., Chamorro-Díaz, N., Chávez-Solano, Y., Cornelio-Santiago, H. y Gutiérrez-Valverde, K.

ARTÍCULO ORIGINAL: **130**  
**Conocimientos, actitudes y prácticas de madres gestantes sobre la anemia en el Centro de Salud San Luis - 2022, Lima**  
Alejo, R. y Castro, M.

Instrucciones a los autores **138**



# REVISTA DE INVESTIGACIONES

DE LA UNIVERSIDAD LE CORDON BLEU

## AUTORIDADES

**Rector:** Dr. Augusto Enrique Dalmau García-Bedoya

**Vicerrectora:** Dr. Bettit Karim Salvá Ruiz

**Gerente General:** Lic. Patricia Dalmau de Galfré

## DIRECTOR Y EDITOR CIENTÍFICO

Dr. Eduardo Menéndez Álvarez

Universidad Le Cordon Bleu. Lima, Perú.

✉ [revista.cientifica@ulcb.edu.pe](mailto:revista.cientifica@ulcb.edu.pe)

## DIRECTOR EDITORIAL

Dr. Victor Jesús Samillan Soto

Universidad Le Cordon Bleu. Lima, Perú.

✉ [victor.samillan@ulcb.edu.pe](mailto:victor.samillan@ulcb.edu.pe)

## COMITÉ EDITORIAL

Dr. Augusto Enrique Dalmau García-Bedoya

Universidad Le Cordon Bleu. Lima, Perú.

✉ [augusto.dalmau@ulcb.edu.pe](mailto:augusto.dalmau@ulcb.edu.pe)

Dr. Jorge Cerna Hernández

Universidad Le Cordon Bleu. Lima, Perú.

✉ [jorge.cerna@ulcb.edu.pe](mailto:jorge.cerna@ulcb.edu.pe)

Dr. Bettit Karim Salva Ruiz

Universidad Le Cordon Bleu. Lima, Perú.

✉ [bettit.salva@ulcb.edu.pe](mailto:bettit.salva@ulcb.edu.pe)

Dr. María del Rocío Winkelried Vargas

Universidad Le Cordon Bleu. Lima, Perú.

✉ [rocio.winkelried@ulcb.edu.pe](mailto:rocio.winkelried@ulcb.edu.pe)

## COMITÉ ASESOR

Dr. Estefanía Fuentes Medel

✉ [estefania.fuentesme@correo.buap.mx](mailto:estefania.fuentesme@correo.buap.mx)

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México.

Dr. Diana Carolina Flores León

✉ [dianac.flores@upsjb.edu.pe](mailto:dianac.flores@upsjb.edu.pe)

Instituto Nacional de Salud. Lima Perú.

Dr. Oscar Julián Murillo Torres

✉ [oscar.murilloto@anahuac.mx](mailto:oscar.murilloto@anahuac.mx)

Universidad de Anáhuac Puebla. Puebla, México.

Dr. Oscar Andrés Gamarra Torres

✉ [osgat77@yahoo.com](mailto:osgat77@yahoo.com)

Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza. Chachapoyas, Perú.

Dr. Daymara Rodríguez Alfonso

✉ [daymara02@yahoo.es](mailto:daymara02@yahoo.es)

Universidad Agraria de La Habana. San José de las Lajas, Cuba.

Dr. Jesús Edilberto Espinola Gonzáles

✉ [espinolj@gmail.com](mailto:espinolj@gmail.com)

Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Huaraz, Perú.

Dr. Dubiel Alfonso González

✉ [dubielg@unah.edu.cu](mailto:dubielg@unah.edu.cu)

Universidad Agraria de La Habana. San José de las Lajas, Cuba.

Dr. Juan Carlos Paredes Izquierdo

✉ [jparedesi@usmp.pe](mailto:jparedesi@usmp.pe)

Universidad de San Martín de Porres. Lima Perú

Dr. Humberto Díaz Cid Romero

✉ [humberto.diazc@anahuac.mx](mailto:humberto.diazc@anahuac.mx)

Universidad de Anáhuac Puebla. Puebla, México.

Dr. Joel de León Delgado

✉ [jdeleond@usmp.pe](mailto:jdeleond@usmp.pe)

Universidad de San Martín de Porres. Lima Perú

Dr. Alejandro Narváez Licerias

✉ [narvaez1002@gmail.com](mailto:narvaez1002@gmail.com)

Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.

## DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

Ing. Yesenia Nathalíe Díaz Zelada

Universidad Nacional del Callao. Callao, Perú.

Nuestra revista publica artículos originales e inéditos realizados por investigadores nacionales y extranjeros, en idioma inglés o español. Si usted está interesado en publicar con nosotros puede escribirnos al correo electrónico: [revista.cientifica@ulcb.edu.pe](mailto:revista.cientifica@ulcb.edu.pe)

# Editorial

Con la salida de este número de la revista de investigaciones de la universidad Le Cordon Bleu, se pretende continuar alineados con las exigencias de las revistas científicas en el orden de lograr la esperada indexación y al mismo tiempo brindar la actualización necesaria y esperada por la comunidad científica a la que está dirigida.

La revista se mantiene publicando artículos relacionados con la alimentación desde diferentes puntos de vista, todos interesantes y novedosos. Tenemos una interesante actualización de un tema tan recurrido como es el de la historia del pisco, con documentos de archivo y entrevistas de alto valor documental que aportan transparencia y definiciones desde nuestra revista; se hace un análisis de los temas de seguridad alimentaria en Perú, así como las políticas para enfrentar este reto que no solo corresponde al Perú y al área hispanoamericana, sino que es uno de los principales retos de la humanidad en la actualidad. Se aborda un trabajo sobre el cambio climático y los efectos que tiene específicamente en la biodiversidad que nos da gran parte de nuestros insumos para la alimentación y desde el punto de vista técnico-industrial se estudia el efecto del secado en el contenido de fenoles, compuestos que son muy importantes en la salud, se analiza también el uso del siglalon en la elaboración de productos de panificación que son de alto consumo diario y no menos importante resulta un estudio sobre las películas comestibles y su potencial en el envasado de alimentos. Desde el punto de vista clínico se presenta una revisión sobre el efecto de la carboxiterapia en la salud metabólica, así como un estudio del envejecimiento y la relación que éste tiene con los radicales libres y los antioxidantes, además se presentan sendos estudios sobre el perfil nutricional y alteraciones gastrointestinales en escolares con trastorno del espectro autista y sobre el conocimiento y actitudes de madres gestantes acerca de la anemia que tanto está presente en la región.

Con la culminación de este número, una vez más nos place tener temas de tanta actualidad escritos por científicos de experiencia y científicos jóvenes a los que agradecemos su participación en este número e invitamos a que se sumen a los esfuerzos que hace nuestra institución por brindar una revista cada vez más presente, cada vez más actual. Muchas gracias y los esperamos en próximas ediciones.

EL EDITOR

# Efectos de la Carboxiterapia en la salud metabólica: revisión narrativa

## *Effects of Carboxytherapy on Metabolic Health: A Narrative Review*

 Martha P. Arellano-Salazar

marparesal@gmail.com 

Centro Médico Altamirano Nefrólogos Asociados, Lima, Perú

Recibido: 10/09/2024

Revisado: 22/09/2024

Aceptado: 15/10/2024

Publicado: 10/01/2025

### RESUMEN

La carboxiterapia es una técnica médica que utiliza el dióxido de carbono con fines terapéuticos. El objetivo de esta revisión fue evaluar la evidencia científica sobre los efectos de la carboxiterapia en la salud metabólica. Las aplicaciones de carboxiterapia abarcan varias áreas de la medicina. La evidencia muestra que el dióxido de carbono no sólo es un importante regulador del pH en la sangre, sino que también regula la expresión de genes, factores de crecimiento y estimula la producción de células endoteliales progenitoras. Estos hechos se ven reflejados en el incremento de la microcirculación en piel (donde se estimula producción de colágeno), en el tejido celular subcutáneo (en el que se ha evidenciado lipólisis y reducción del mismo), en el músculo (en el que estimula la biogénesis mitocondrial y la diferenciación de fibras musculares) y hueso (en el que estimula su reparación). La activación de la microcirculación está mediada por el incremento de la expresión del factor de crecimiento de endotelio vascular. Pese a la evidencia mostrada, se necesitan más estudios de investigación de carboxiterapia aplicada en los distintos campos de la medicina.

**Palabras clave:** CO<sub>2</sub>, dióxido de carbono, carboxiterapia, terapia con CO<sub>2</sub>.

### ABSTRACT

Carboxytherapy is a medical technique that utilizes carbon dioxide for therapeutic purposes. The aim of this review was to assess the scientific evidence on the effects of carboxytherapy on metabolic health. The applications of carboxytherapy span various fields of medicine. Evidence shows that carbon dioxide is not only a key regulator of blood pH but also modulates gene expression, growth factors, and stimulates the production of endothelial progenitor cells. These effects are reflected in increased microcirculation in the skin (where collagen production is stimulated), in subcutaneous adipose tissue (where lipolysis and tissue reduction have been observed), in muscle (where it promotes mitochondrial biogenesis and muscle fiber differentiation), and in bone (where it



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) International License

Rev. Investigaciones ULCB. Ene - Jul.12(1), 2025; ISSN: 2409 - 1537;05-15

stimulates repair). The activation of microcirculation is mediated by the upregulation of vascular endothelial growth factor. Despite the existing evidence, further research on the application of carboxytherapy in different medical fields is needed.

**Keywords:** CO<sub>2</sub>, carbon dioxide, CO<sub>2</sub> therapy, carboxytherapy.

## INTRODUCCIÓN

La carboxiterapia es una técnica médica que utiliza el dióxido de carbono con fines terapéuticos. El término “carboxiterapia” que fue acuñado por el Dr. Parassoni en 1995 en el XVI Congreso Nacional de Medicina Estética en Roma (Brandi, 2022), alude a la aplicación percutánea de dióxido de carbono con la inyección subcutánea o intradérmica del gas. Existen además otras formas de aplicación del dióxido de carbono como el gas disuelto en agua o a través de geles (Hartmann *et al.*, 1989 y Oe *et al.*, 2011). La historia de la carboxiterapia moderna nace en Francia, desde los primeros ensayos en 1920 que probaron la inocuidad del gas inyectado de forma subcutánea y en los años 30 en el Instituto Royat en Clermont-Ferrand, con las aplicaciones terapéuticas del dióxido de carbono usando las aguas termales para problemas circulatorios; aquí mismo en 1946 se creó Instituto de Investigaciones Cardiovasculares, uno de los primeros centros europeos en tratar problemas cardiovasculares y circulatorios aplicando el CO<sub>2</sub> disuelto en agua y cuyas investigaciones sentaron las bases de la carboxiterapia actual (Brandi, 2022). Las indicaciones iniciales de la aplicación del dióxido de carbono fueron dos: enfermedad arterial periférica y síndrome de Raynaud (Fabry *et al.*, 2006), posteriormente se halló evidencia de su empleo, basado en sus efectos fisiológicos de vasodilatación, cicatrización de heridas y alivio del dolor, en patologías como disfunción eréctil, esclerodermia y problemas reumatológicos

como artritis y fibromialgia (Body, 2014). En la actualidad uno de los usos de carboxiterapia más investigado y difundido es en el tratamiento de heridas crónicas con resultados importantes (Prazeres *et al.*, 2025), no obstante, hay un gran abanico de posibilidades de aplicación de carboxiterapia en distintas áreas de la medicina: en dermatología por ejemplo, se usa con éxito para rejuvenecimiento de piel, estrías, hiperpigmentación infraorbitaria, linfedema, alopecia, psoriasis morfea y también en vitíligo (Bagherani *et al.*, 2023); en cirugía plástica para remodelación corporal e injertos de piel; en terapia del dolor para epicondilitis, cervicalgia, tendinitis; en ginecología para sequedad vaginal, rejuvenecimiento vaginal, dismenorrea; en endocrinología para adiposidad localizada como tratamiento complementario de la pérdida de peso, entre otras (Shtroblia *et al.*, 2023). El objetivo de esta revisión fue evaluar la evidencia científica sobre los efectos de la carboxiterapia en la salud metabólica.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se llevó a cabo una búsqueda narrativa en las bases de datos PMC, PubMed, y Google Scholar a través de diferentes combinaciones de los términos “carboxytherapy”, “carbon dioxidetherapy” “carboxiterapia” “carbon dioxide”, “CO<sub>2</sub>”, “CO<sub>2</sub> therapy”, “transcutaneous CO<sub>2</sub>”; se extrajeron los trabajos concernientes al tema, se revisaron los resúmenes de los artículos y se identificaron los más relevantes para esta revisión.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### El dióxido de carbono en los sistemas biológicos

El dióxido de carbono se forma continuamente en el organismo y participa en diversas funciones en nuestro cuerpo, una parte de él es descargado en los alvéolos y se elimina de éstos mediante la ventilación. El CO<sub>2</sub> tiene la propiedad de difundir fácilmente a través de tejidos y membranas celulares, ya que su capacidad de difusión en el estado de reposo es mucho mayor que la del oxígeno (400 a 450 ml/min/mmHg para el CO<sub>2</sub> vs 21 ml/min/mmHg para el O<sub>2</sub>). Las concentraciones elevadas del CO<sub>2</sub> promueven el efecto Bohr, por medio del cual la curva de disociación O<sub>2</sub>: Hb se desplaza a la derecha como respuesta a las concentraciones de CO<sub>2</sub> e hidrogeniones de la sangre dando como resultado la liberación de oxígeno de sangre a tejidos. Además, el dióxido de carbono juega un rol protagónico en la regulación del pH. El CO<sub>2</sub> disuelto en agua reacciona con ésta para formar ácido carbónico, H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, que luego se disocia en bicarbonato (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) e H<sup>+</sup>. El equilibrio que se logra entre bicarbonato y ácido carbónico es esencial en el mantenimiento del pH en sangre y tejidos (Hall *et al.*, 2011).

Investigaciones realizadas en Europa desde inicios del siglo pasado, ya mostraban que el dióxido de carbono era capaz de producir vasodilatación en la piel sumergida en agua carbonatada (Diji & Greenfield, 1960; Hartmann *et al.*, 1989). Posteriormente un estudio investigó los efectos del baño en agua enriquecida con CO<sub>2</sub> en la angiogénesis de extremidades isquémicas en ratones. Los resultados mostraron un aumento significativo en la perfusión sanguínea,

formación de vasos colaterales y densidad capilar. Se observó un incremento en los niveles del factor de crecimiento de endotelio vascular (VEGF, por sus siglas en inglés), activación de la síntesis de óxido nítrico (NO) y movilización de células progenitoras endoteliales. Estos hallazgos sugerían que la terapia con CO<sub>2</sub> es capaz de promover neovascularización a través de la activación de factores crecimiento (Irie *et al.*, 2005). A su vez, otra investigación exponía que la administración transcutánea del CO<sub>2</sub> disuelto en agua a pacientes con diabetes mellitus y aterosclerosis ocluyente mostró aumento significativo en VEGF y en las células progenitoras endoteliales CD34+CD33+, favoreciendo la angiogénesis y mejorando la circulación sanguínea en las extremidades inferiores con la consiguiente reducción de los síntomas como adormecimiento y edema (Saito & Nonomura, 2006). Recientemente se han descrito una serie de sensores celulares que son capaces de discriminar las pequeñas variaciones de dióxido de carbono y a través de los cuales el CO<sub>2</sub> también sería capaz de activar/inhibir diversas funciones dependiendo de la concentración y la duración de la exposición (Cummins *et al.*, 2014 y Galganska *et al.*, 2021). Un estudio mostró que el dióxido de carbono tiene un poder antiinflamatorio eficaz y que ejerce sus efectos a través de la regulación de ERK1/2 (quinasas reguladas por señales extracelulares 1 y 2) en células endoteliales cultivadas cuando la concentración de CO<sub>2</sub> se eleva, sin embargo, el efecto del CO<sub>2</sub> sobre la actividad de ERK1/2, varía dependiendo de su concentración (Galganska *et al.*, 2021). Además se le ha atribuido al dióxido de carbono la propiedad de reducir los niveles de especies reactivas de oxígeno e incrementar niveles de sustancias antioxidantes (Bolevich *et al.*, 2016 y

Dogliotti *et al.*, 2011). Se ha reportado asimismo, que el CO<sub>2</sub> podría tener un efecto regulador sobre la resistencia a la insulina, posiblemente a través de la inactivación de ERK1/2 y la p38 (proteína que regula diversas funciones celulares y está relacionada con la inflamación), y que su aplicación puede tener efectos beneficiosos tanto en la mejora de la sensibilidad a la insulina como en la cicatrización de heridas diabéticas (Gałgańska *et al.*, 2023).

### Efectos de la carboxiterapia en la piel

En los últimos años la carboxiterapia ha sido considerada una herramienta efectiva y segura para tratamientos de rejuvenecimiento, dado que la aplicación subcutánea de CO<sub>2</sub> ha mostrado ser capaz de promover la cicatrización de heridas, reducir el tejido cicatricial y aumentar la renovación de colágeno, lo que la convierte en un instrumento valioso para lograr una amplia gama de beneficios estéticos. Varios estudios han demostrado que el efecto vasodilatador del dióxido de carbono en piel favorece la microcirculación y el aporte de oxígeno, hecho que contribuye a los beneficios antes señalados (Diji & Greenfield, 1960 y Minamiyama & Yamamoto, 2010). Un trabajo experimental con estudios histológicos en roedores probó que la inyección subcutánea e intradérmica de dióxido de carbono aumentó el recambio de colágeno en comparación con los controles, además mostró que la inyección intradérmica logra una mayor densidad de haces de colágeno (Ferreira *et al.*, 2008). Posteriormente, en otro estudio cuasiexperimental con nueve voluntarias a quienes se aplicó una sola sesión de carboxiterapia en la región infraumbilical; el análisis histológico reveló un aumento significativo en la síntesis de colágeno (Oliveira *et al.*, 2020). Un ensayo clínico

aleatorizado y doble ciego confirmó el efecto de la aplicación de dióxido de carbono en la cicatrización de heridas crónicas en pacientes diabéticos. Después de 20 terapias de CO<sub>2</sub> en cuatro semanas, 20 de 30 heridas cicatrizaron completamente, mientras que en el grupo de control que recibió 20 terapias placebo con aire, ninguna herida cicatrizó completamente (Macura *et al.*, 2020). Un trabajo retrospectivo de 4 años, evaluó el efecto de la aplicación transcutánea de dióxido de carbono en 86 pacientes con heridas crónicas. Los resultados evidenciaron mejoría clínica de la granulación de la herida, así como reducción de secreciones y mal olor dentro de la semana de tratamiento (Wollina *et al.*, 2004). Por otra parte, se estudiaron los efectos de la carboxiterapia en la cicatrización de heridas de insuficiencia venosa en ratas. Se compararon tres grupos: un grupo control, un grupo tratado con sulfadiazina de plata, y un grupo tratado con carboxiterapia. Los resultados comprobaron que la carboxiterapia redujo la inflamación, mejoró la producción de fibronectina, y condujo a una cicatrización más organizada en comparación con los otros grupos (Brochado *et al.*, 2019). La aplicación de carboxiterapia también mostró ser segura y efectiva para la atenuación de cicatrices recientes en rostro, mejorando la apariencia de la piel (Arellano, 2013). Un ensayo reciente que comparó el uso de carboxiterapia sola y combinada con ácidos con propiedades antioxidantes y regeneradoras encontró que la carboxiterapia sola mejoró la hidratación y elasticidad de la piel alrededor de los ojos, pero los efectos fueron más pronunciados cuando se combinó con ácido lactobiónico, ferúlico y ascórbico. La terapia combinada exhibió mayores mejoras en la firmeza y biomecánica cutánea, sugiriendo una

sinergia entre la carboxiterapia y los ácidos utilizados (Kołodziejczak *et al.*, 2025).

### **Efectos de la carboxiterapia en el tejido celular subcutáneo**

Hace un poco más de veinte años una publicación ponía en evidencia el efecto de la carboxiterapia en el tejido celular subcutáneo (TCSC), el Dr. Cesare Brandi y su equipo de investigadores reportaron un estudio que incluía 48 mujeres con grasa localizada en abdomen, muslos y/o rodillas a quienes aplicaron dióxido de carbono subcutáneo; evaluaron los efectos en la microcirculación con láser Doppler así como la concentración final de oxígeno en el tejido y realizaron biopsia en las zonas tratadas antes y después de aplicar el tratamiento. Sus resultados mostraron reducción significativa del volumen de las zonas tratadas, incremento de la microcirculación, así como aumento en la presión transcutánea de oxígeno y en el estudio microscópico reportaron fractura del tejido adiposo con liberación de triglicéridos a los espacios intercelulares y adipocitos con líneas de fractura en la membrana plasmática (Brandi *et al.*, 2001). Otro ensayo clínico con estudio histomorfológico de los adipocitos por citometría computarizada, realizado en 15 mujeres voluntarias que recibieron 6 sesiones de carboxiterapia en el abdomen, reveló reducción significativa del número de adipocitos en la pared abdominal, así como cambios en su morfología en cuanto al área, diámetro, perímetro, longitud y ancho de los adipocitos luego de la aplicación subcutánea del CO<sub>2</sub> (Costa *et al.*, 2011). Las investigaciones mostraban efectivamente reducción del tejido graso subcutáneo, pero el mecanismo por el cual sucede este hecho aún está en estudio. Inicialmente se planteó que sería el efecto mecánico del

ingreso del gas que produciría rotura de las células adiposas y con la consiguiente lipólisis (Balik *et al.*, 2011). Sin embargo, la evidencia se inclina hacia un efecto metabólico del dióxido de carbono mediado por VEGF. Un estudio experimental realizado en ratones con inyección de aire vs CO<sub>2</sub> probó que la administración de CO<sub>2</sub> (y no de aire) condujo a la reducción del tamaño de los adipocitos en el tejido graso. Además, se demostró que en el tejido graso tratado con dióxido de carbono se incrementó notablemente la expresión de los genes tanto de VEGF-1 como del FGF-1 (factor de crecimiento fibroblástico 1) que indujeron a la formación de nuevos vasos evidenciados en el espacio intersticial del tejido graso tratado. Un hallazgo muy interesante fue que, además, la administración de CO<sub>2</sub> aumentó en 1,7 veces la expresión del gen Ucp1 que corresponde a un gen termogénico y a una proteína de desacoplamiento, esto sumado a la disminución de genes lipogénicos darían un mayor soporte a la teoría de que la reducción del tejido celular subcutáneo por la carboxiterapia se debe a su efecto metabólico y no al efecto mecánico del gas (Park *et al.*, 2018). Además de estos datos, también se ha evidenciado contribución de la carboxiterapia en parámetros metabólicos como circunferencia de cintura, índice de masa corporal, triglicéridos y presión arterial cuando se asocia a dieta baja en grasas y entrenamiento de intervalos de alta intensidad (HIIT) (Ahmad *et al.*, 2022).

### **Efectos de la carboxiterapia en el músculo**

Un equipo de investigadores de la universidad de Kobe, en Japón, reveló a través de un ensayo clínico que la aplicación transcutánea de dióxido de carbono tendría el mismo efecto que el ejercicio físico en el

sentido que lograba estimular la expresión de genes como PGC-1 $\alpha$  (Coactivador-1 del receptor activado por proliferadores de peroxisomas (PPAR)-gamma) Sirt-1 (Sirtuina-1) y VEGF, además de incrementar el número de mitocondrias y promover cambios de las fibras musculares (Oe *et al.*, 2011). El estudio de (Akahane *et al.*, 2017) investigó si la aplicación transcutánea de CO<sub>2</sub> podría mejorar la recuperación de lesiones musculares en ratas. Se indujo daño muscular en el músculo tibial anterior de ratas mediante inyección de bupivacaina, y luego se asignaron aleatoriamente a grupos tratados o no tratados con CO<sub>2</sub> transcutáneo. Los resultados mostraron que el tratamiento con CO<sub>2</sub> aceleró la reparación de las fibras musculares lesionadas. Además, se observaron niveles de expresión más altos de genes y proteínas relacionados con la síntesis de proteínas musculares, así como una mayor densidad capilar en el grupo tratado con CO<sub>2</sub>. El estudio concluyó que la aplicación transcutánea de CO<sub>2</sub> puede acelerar la recuperación después de una lesión muscular en ratas. Por otro lado, el efecto de la aplicación transcutánea de CO<sub>2</sub> en la recuperación de la fatiga muscular se evidenció en 15 voluntarios varones a quienes se les indujo fatiga muscular a través de 300 contracciones excéntricas máximas de los cuádriceps, seguido de la aplicación transcutánea de CO<sub>2</sub> en el muslo. Se midieron parámetros como la fuerza muscular, la función física (salto largo con una pierna), el dolor muscular de aparición tardía (DOMS) mediante la escala analógica visual, y las concentraciones de ATP y ADP en el músculo. Los resultados indicaron que la aplicación de CO<sub>2</sub> aceleró la recuperación de la fuerza muscular y la función física, disminuyó el DOMS, también disminuyó la concentración de

ADP mientras que aumentó la de ATP en los músculos, esta síntesis de ATP podría estar relacionada con la aceleración de la recuperación muscular (Sakai *et al.*, 2012).

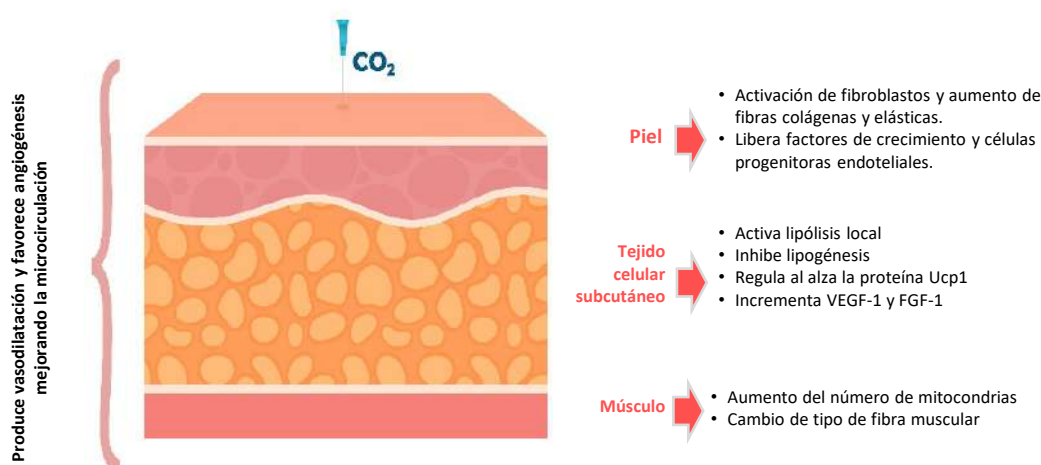
### Efectos de la carboxiterapia en el hueso

Hay alguna evidencia en roedores y humanos que el efecto de la aplicación transcutánea del CO<sub>2</sub> puede llegar a beneficiar también al tejido óseo. La aplicación transcutánea de CO<sub>2</sub> mostró prevenir la osteoporosis por desuso y la atrofia muscular al promover la angiogénesis local y el flujo sanguíneo en ratas (Nishida *et al.*, 2024), mientras que la aplicación cutánea tópica de CO<sub>2</sub> aceleró la curación ósea en defectos femorales en ratas (Kuroiwa *et al.*, 2019). En humanos, en un ensayo clínico de fase 1, la aplicación cutánea tópica de CO<sub>2</sub> a través de un hidrogel mejoró la reparación de fracturas al aumentar el flujo sanguíneo y la angiogénesis, promoviendo la osificación endocondral (Niikura *et al.*, 2019).

La carboxiterapia es una técnica con múltiples aplicaciones en medicina y sus efectos metabólicos (figura 1) están respaldados por evidencia científica. Después de su uso para regeneración de piel, la reducción de la grasa subcutánea es uno de los tratamientos más buscados. La reducción de la grasa localizada por la carboxiterapia se asocia a su efecto lipolítico, demostrado con el hallazgo de triglicéridos liberados tras su aplicación (Brandi *et al.*, 2001). Sin embargo este efecto no es suficiente para explicar la reducción del panículo adiposo puesto que, los pacientes obesos y con resistencia a la insulina suelen tener una lipólisis basal incrementada que está relacionada con la lipoinflamación (Engin, 2017). La carboxiterapia estimula microcirculación en TCSC y mejora la oxigenación en el

tejido (efecto mediado por la liberación de VEGF-1 y FGF-1), además se ha descrito que el dióxido de carbono reduce las especies reactivas de oxígeno (ROS) y estimula la producción de sustancias antioxidantes (Dogliotti *et al.*, 2011), estos mecanismos podrían aportar al efecto reductor. Además, como se expuso antes, la inhibición de la adipogénesis y la regulación al alza del gen termogénico Ucp1, serían factores clave para la reducción de la grasa (Park *et al.*, 2018). Igualmente, el hecho que haya sido descrito un posible efecto del CO<sub>2</sub> sobre la resistencia a insulina, reforzaría el impacto de la carboxiterapia en el metabolismo del TCSC. Se ha señalado también que a nivel muscular el dióxido de carbono tiene la capacidad de activar biogénesis mitocondrial (Oe *et al.*, 2011) y estas mitocondrias activadas serían las responsables de iniciar  $\beta$ -oxidación de los ácidos grasos liberados para que sean utilizados como energía. Este paso completaría todo el ciclo tras un tratamiento con carboxiterapia para adiposidad localizada que sería: 1° activación de microcirculación en toda el área que abarca la difusión del gas desde

la piel hasta el tejido muscular; 2° en TCSC incremento de la lipólisis, pero en un estado no hipóxico ya que se estimula el efecto Bohr mejorando la oxigenación del tejido, además el CO<sub>2</sub> disminuiría la inflamación en el TCSC; 3° a través de la microcirculación activada los ácidos grasos libres, producto de la lipólisis, llegarían hasta el músculo donde el CO<sub>2</sub> estimula la liberación de PGC1- $\alpha$  y Sirt 1 que a su vez activan la biogénesis mitocondrial y el trabajo de las mitocondrias que se encargarían de la  $\beta$ -oxidación de los ácidos grasos provenientes del TCSC. La energía producida se evidenciaría como calor, hecho que ha sido reseñado en un estudio clínico (Abramo *et al.*, 2009), que aunque este incremento de la temperatura fue referido a la vasodilatación, podría también deberse al fenómeno antes descrito, puesto que, en la práctica clínica se evidencia que la zona tratada permanece caliente aún después de terminado el procedimiento. El uso de carboxiterapia para lesiones musculares y óseas aún está en estudio y desarrollo, pero es bastante promisor.



**Figura 1.** Efectos metabólicos de la aplicación de carboxiterapia (autoría propia iCDT001-25) Ucp1: proteína de desacoplamiento y gen termogénico; VEGF-1: factor de crecimiento de endotelio vascular1; FGF-1: factor de crecimiento fibroblástico 1.

## CONCLUSIONES

La carboxiterapia es una técnica médica con múltiples aplicaciones en medicina, cuyos alcances y beneficios van desde la piel hasta el tejido óseo y tienen como factor común la activación de la microcirculación a través de la estimulación de factores de crecimiento y células progenitoras endoteliales. Sus mayores usos están en regeneración de piel y en reducción del tejido graso subcutáneo. Su empleo en tejido muscular y óseo son prometedores, pero más investigaciones en todas las áreas médicas se hacen necesarias.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abramo, A., Teixeira, T., Ledo-Silva, M., y Oliveira, E. (2009). Elevação da temperatura cutânea após a infusão controlada de dióxido de carbono. *Revista Brasileira de Cirurgia Plástica*, 24(3), 257-261. <https://www.rbc.org.br/details/489/pt-BR/elevacao-da-temperatura-cutanea-apos-a-infusao-controlada-de-dioxido-de-carbono>
- Ahmad, A., Abu Soliman, A., Shaheen, E., & Obaya, H. (2022). Effect of adding high-intensity interval training to diet and carboxytherapy on metabolic cardiovascular risk factors in women with metabolic syndrome. *Gastroenterology Review*, 17(4), 280-287. <https://doi.org/10.5114/pg.2022.121822>
- Akahane, S., Sakai, Y., Ueha, T., Nishimoto, H., Inoue, M., Niikura, T., & Kuroda, R. (2017). Transcutaneous carbon dioxide application accelerates muscle injury repair in rat models. *International Orthopaedics*, 41(5), 1007-1015. <https://doi.org/10.1007/s00264-017-3417-2>
- Arellano, M. P. (2013). Aplicación subcutánea de dióxido de carbono para atenuación de cicatrices. *Revista ECIPerú*, 9(2), 42-45. <https://doi.org/10.33017/RevECIPeru2012.0019/>
- Bagherani, N., Smoller, B. R., Tavoosidana, G., Ghanadan, A., Wollina, U., & Lotti, T. (2023). An overview of the role of carboxytherapy in dermatology. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 22(9), 2399-2407. <https://doi.org/10.1111/jocd.15741>
- Balik, O., Yilmaz, M., & Bagriyanik, A. (2011). Does Carbon Dioxide Therapy Really Diminish Localized Adiposities? Experimental Study with Rats. *Aesthetic Plastic Surgery*, 35(4), 470-474. <https://doi.org/10.1007/s00266-010-9638-z>
- Body, J. P. (2014). Good indications of CO<sub>2</sub> therapy. *Journal of Japanese Society of Balneology, Climatology and Physical Medicine*, 77(5), 556-557. <https://doi.org/10.11390/onki.77.556>
- Bolevich, S., Kogan, A. H., Zivkovic, V., Djuric, D., Novikov, A. A., Vorobyev, S. I., & Jakovljevic, V. (2016). Protective role of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) in generation of reactive oxygen species. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 411(1), 317-330. <https://doi.org/10.1007/s11010-015-2594-9>
- Brandi, C. (2022). Carboxiterapia. Manual práctico con indicaciones clínicas y protocolos (Edición en español 2022). Amolca.

- Brandi, C., D'Aniello, C., Grimaldi, L., Bosi, B., Dei, I., Lattarulo, P., & Alessandrini, C. (2001). Carbon dioxide therapy in the treatment of localized adiposities: Clinical study and histopathological correlations. *Aesthetic Plastic Surgery*, 25(3), 170-174. <https://doi.org/10.1007/s002660010116>
- Brochado, T. M. M., De Carvalho Schweich, L., Di Pietro Simões, N., Oliveira, R. J., & Antonioli-Silva, A. C. M. B. (2019). Carboxytherapy: Controls the inflammation and enhances the production of fibronectin on wound healing under venous insufficiency. *International Wound Journal*, 16(2), 316-324. <https://doi.org/10.1111/iwj.13031>
- Costa, C. S., Otoch, J. P., Seelaender, M. C. L., Neves, R. X. das, Martinez, C. A. R., y Margarido, N. F. (2011). Avaliação citométrica dos adipócitos localizados no tecido subcutâneo da parede anterior do abdome após infiltração percutânea de CO<sub>2</sub>. *Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgias*, 38(1), 15-23. <https://doi.org/10.1590/S0100-69912011000100004>
- Cummins, E. P., Selfridge, A. C., Sporn, P. H., Sznajder, J. I., & Taylor, C. T. (2014). Carbon dioxide-sensing in organisms and its implications for human disease. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 71(5), 831-845. <https://doi.org/10.1007/s00018-013-1470-6>
- Diji, A., & Greenfield, A. D. M. (1960). The local effect of carbon dioxide on human blood vessels. *American Heart Journal*, 60(6), 907-914. [https://doi.org/10.1016/0002-8703\(60\)90122-8](https://doi.org/10.1016/0002-8703(60)90122-8)
- Dogliotti, G., Galliera, E., Iorio, E., De Bernardi Di Valserra, M., Solimene, U., & Corsi, M. M. (2011). Effect of immersion in CO<sub>2</sub>-enriched water on free radical release and total antioxidant status in peripheral arterial occlusive disease. *International Angiology*, 30(1), 12-17. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21248668/>
- Engin, A. B. (2017). What Is Lipotoxicity? En A. B. Engin & A. Engin (Eds.), *Obesity and Lipotoxicity*. Springer International Publishing, 960, 197-220. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-48382-5\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-319-48382-5_8)
- Fabry, R., Monnet, P., Schmidt, J., & Baguet, J.-C. (2006). Carbothérapie Et Phénomènes De Raynaud Un Essai Clinique Randomisé En Double Insu, Mené À Royat. *La Presse thermale et climatique*, 143, 127-138. <https://www.auvergne-thermale.com/download/dp-2010-thermauvergne-2-pdf.pdf>
- Ferreira, J. C. T., Haddad, A., & Tavares, S. A. N. (2008). Increase in collagen turnover induced by intradermal injection of carbon dioxide in rats. *Journal of Drugs in Dermatology*, 7(3), 201-206. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18380201/>
- Galganska, H., Jarmuszkiewicz, W., & Galganski, L. (2021). Carbon dioxide inhibits COVID-19-type proinflammatory responses through extracellular signal-regulated kinases 1 and 2, novel carbon dioxide sensors. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 78(24), 8229-8242. <https://doi.org/10.1007/s00018-021-04005-3>

- Gałgańska, H., Jarmuszkiewicz, W., & Gałgański, Ł. (2023). Carbon dioxide and MAPK signalling: Towards therapy for inflammation. *Cell Communication and Signaling*, 21(1), 280. <https://doi.org/10.1186/s12964-023-01306-x>
- Hall, J. E., Hall, J. E., & Guyton, A. C. (2011). Guyton and Hall textbook of medical physiology: Student consult. Activate at studentconsult.com. Searchable full text online (12. ed). Saunders, Elsevier.
- Hartmann, B., Drews, B., Kürten, B., & Bassenge, E. (1989). CO<sub>2</sub>-induced increase in skin circulation and transcutaneous oxygen partial pressure of the top of the foot in patients with intermittent claudication. *VASA. Supplementum*, 27, 251-252.
- Irie, H., Tatsumi, T., Takamiya, M., Zen, K., Takahashi, T., Azuma, A., Tateishi, K., Nomura, T., Hayashi, H., Nakajima, N., Okigaki, M., & Matsubara, H. (2005). Carbon Dioxide-Rich Water Bathing Enhances Collateral Blood Flow in Ischemic Hindlimb via Mobilization of Endothelial Progenitor Cells and Activation of NO-cGMP System. *Circulation*, 111(12), 1523-1529. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.0000159329.40098.66>
- Kołodziejczak, A., Rybak, A., & Rotsztejn, H. (2025). The Impact of Carboxytherapy in Monotherapy and in Combination with Lactobionic or Ferulic Acid and Ascorbic Acid on the Hydration and Viscoelasticity of the Skin Around the Eyes. *Applied Sciences*, 15(4), 1876. <https://doi.org/10.3390/app15041876>
- Kuroiwa, Y., Fukui, T., Takahara, S., Lee, S. Y., Oe, K., Arakura, M., Kumabe, Y., Oda, T., Matsumoto, T., Matsushita, T., Akisue, T., Sakai, Y., Kuroda, R., & Niikura, T. (2019). Topical cutaneous application of CO<sub>2</sub> accelerates bone healing in a rat femoral defect model. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 20(1), 237. <https://doi.org/10.1186/s12891-019-2601-5>
- Macura, M., Ban Frangez, H., Cankar, K., Finžgar, M., & Frangez, I. (2020). The effect of transcutaneous application of gaseous CO<sub>2</sub> on diabetic chronic wound healing—A double-blind randomized clinical trial. *International Wound Journal*, 17(6), 1607-1614. <https://doi.org/10.1111/iwj.13436>
- Minamiyama, M., & Yamamoto, A. (2010). Direct evidence of the vasodilator action of carbon dioxide on subcutaneous microvasculature in rats by use of intra-vital video-microscopy. *Journal of Biorheology*, 24(1), 42-46. <https://doi.org/10.1007/s12573-010-0023-y>
- Niikura, T., Iwakura, T., Omori, T., Lee, S. Y., Sakai, Y., Akisue, T., Oe, K., Fukui, T., Matsushita, T., Matsumoto, T., & Kuroda, R. (2019). Topical cutaneous application of carbon dioxide via a hydrogel for improved fracture repair: Results of phase I clinical safety trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 20(1), 563. <https://doi.org/10.1186/s12891-019-2911-7>
- Nishida, R., Fukui, T., Niikura, T., Kumabe, Y., Yoshikawa, R., Takase, K., Yamamoto, Y., Kuroda, R., & Oe, K. (2024). Preventive effects of transcutaneous CO<sub>2</sub> application on disuse osteoporosis and muscle atrophy in a rat hindlimb suspension model. *Bone*, 189, 117262. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2024.117262>

- Oe, K., Ueha, T., Sakai, Y., Niikura, T., Lee, S. Y., Koh, A., Hasegawa, T., Tanaka, M., Miwa, M., & Kurosaka, M. (2011). The effect of transcutaneous application of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) on skeletal muscle. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 407(1), 148-152. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2011.02.128>
- Oliveira, S. M. D., Rocha, L. B., da Cunha, M. T. R., Cintra, M. M. M., Pinheiro, N. M., & Mendonça, A. C. (2020). Effects of carboxytherapy on skin laxity. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 19(11), 3007-3013. <https://doi.org/10.1111/jocd.13337>
- Park, J. H., Wee, S. Y., Chang, J., Hong, S., Lee, J. H., Cho, K. W., & Choi, C. Y. (2018). Carboxytherapy-Induced Fat loss is Associated with VEGF-Mediated Vascularization. *Aesthetic Plastic Surgery*, 42(6), 1681-1688. <https://doi.org/10.1007/s00266-018-1222-y>
- Prazeres, J., Lima, A., & Ribeiro, G. (2025). Effects of Carbon Dioxide Therapy on Skin Wound Healing. *Biomedicines*, 13(1), 228. <https://doi.org/10.3390/biomedicines13010228>
- Saito, K., & Nonomura, M. (2006). Carbon dioxide rich water bathing increases local vegf secretion and CD34+CD33+ endothelial progenitor cells in ischemic lower limbs of DM and ASO patients. *Bone*, 38(3), 37. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2006.01.138>
- Sakai, Y., Miwa, M., Oe, K., Ueha, T., Lee, S. Y., Koh, A., Niikura, T., Kuroda, R., & Kurosaka, M. (2012). The Effect of Transcutaneous Carbon Dioxide Application on the Recovery from Muscle Fatigue. Poster N° 1278. ORS 2012 Annual Meeting, Japon.
- Shtroblia, V., Filip, S., & Lutsenko, R. (2023). Versatile application of carboxytherapy in medicine. *Actual Problems of the Modern Medicine: Bulletin of Ukrainian Medical Stomatological Academy*, 23(3), 231-236. <https://doi.org/10.31718/2077-1096.23.3.231>
- Wollina, U., Heinig, B., & Uhlemann, C. (2004). Transdermal CO<sub>2</sub> Application in Chronic Wounds. *The International Journal of Lower Extremity Wounds*, 3(2), 103-106. <https://doi.org/10.1177/1534734604265142>

**Declaración de roles de autores**

- Arellano-Salazar Martha P.: Conceptualización; metodología; escritura, y administración del proyecto, revisión y edición.

**Financiamiento de la investigación/ Agradecimientos**

El artículo de investigación fue autofinanciado por la investigadora.

# Impacto de las películas comestibles como alternativa de envase de alimentos

## *Impact of edible films as an alternative food packaging alternative*

 Nelssi Chamorro<sup>1</sup> Soledad Yalupalin<sup>1</sup> Christian Larrea<sup>1</sup> Daniel Alvarado<sup>2</sup> David Callirgos<sup>3</sup>crhistian.larrea@unat.edu.pe 

1.- Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Perú

2.- Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo, Perú

3.- Facultade de Agronomía Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Río Grande del Sur, Brasil

Recibido: 22/11/2024

Revisado: 15/12/2024

Aceptado: 20/12/2024

Publicado: 10/01/2025

### RESUMEN

Este estudio evalúa el impacto de las películas comestibles como una alternativa sostenible y biodegradable para el envasado de alimentos, en respuesta a la creciente contaminación por plásticos. El objetivo es analizar la eficacia de estas películas en sostenibilidad, multifuncionalidad y reducción del desperdicio alimentario. Se llevó a cabo una revisión sistemática de la literatura (RSL) en bases de datos científicas, seleccionando estudios relevantes publicados entre 2019 y 2024 mediante criterios específicos y las metodologías PICOC, BIBLIOMETRIX y PRISMA. Los resultados revelan que el 64,29 de los estudios considera que las películas comestibles son beneficiosas, destacando no solo por ser biodegradables, sino también por su capacidad para proteger los alimentos, prolongar su vida útil y reducir la contaminación ambiental. Además, se resalta su funcionalidad antimicrobiana y antioxidante, utilizando materiales como gelatina, quitosano y otros polímeros naturales. En conclusión, las películas comestibles son una solución prometedora para reducir la contaminación plástica y mejorar la conservación de alimentos, presentándose como una alternativa ecológica en la industria de envases. Sin embargo, es necesaria más investigación para optimizar su producción y eficacia en diversas aplicaciones.

**Palabras clave:** Películas comestibles; contaminación ambiental; alternativa sostenible; biodegradable.

### ABSTRACT

This study evaluates the impact of edible films as a sustainable and biodegradable alternative for food packaging in response to increasing plastic pollution. The objective

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Rev. Investigaciones ULCB. Ene - Jul.12(1), 2025; ISSN: 2409 - 1537;16-33

is to analyze the effectiveness of these films in sustainability, multifunctionality and food waste reduction. A systematic literature review (SLR) was conducted in scientific databases, selecting relevant studies published between 2019 and 2024 using specific criteria and PICOC, BIBLIOMETRIX and PRISMA methodologies. The results reveal that 64.29 % of the studies consider edible films to be beneficial, standing out not only for being biodegradable, but also for their ability to protect food, prolong its shelf life and reduce environmental contamination. In addition, their antimicrobial and antioxidant functionality is highlighted, using materials such as gelatin, chitosan and other natural polymers. In conclusion, edible films are a promising solution to reduce plastic pollution and improve food preservation, presenting themselves as an environmentally friendly alternative in the packaging industry. However, more research is needed to optimize their production and efficacy in various applications.

**Keywords:** Edible films; environmental pollution; sustainable alternative; biodegradable; biodegradable.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años se han incrementado restricciones para el uso de plásticos debido al creciente problema de la contaminación ambiental (Suresh, 2021), por ello la industria de envases y embalajes busca lograr una producción sostenible y una de las grandes alternativas es que las películas comestibles sustituyan los plásticos por ser biodegradables, multifuncionales (Athanasopoulou *et al.*, 2024). La importancia de estas películas radica en que son elaboradas a partir de polímeros naturales (proteínas, polisacáridos), incluso algunos residuos de alimentos como cáscaras de esta manera reduciendo el desperdicio mundial de alimentos (Schmoldt *et al.*, 2024). Se estima que cada año se pierden 121 kg de alimentos por persona en todo el mundo, de todo esto la mayor parte se pierde en los hogares (Organización de las Naciones Unidas, 2022).

La producción mundial de plástico cada año es de 400 millones de toneladas, de los cuales 162 millones de toneladas son producidas por la industria de envases y embalajes. Esto genera un

problema ambiental, debido a que el plástico es un material no biodegradable, tarda en descomponerse generando estragos ambientales (residuos sólidos indestructibles), tóxico, contribuye al desperdicio alimentario (Merino *et al.*, 2024).

En el Perú se usan 3 millones de bolsas en un solo año, por otro lado, ya existe un decreto supremo que promueve reducir y reemplazar el plástico por material reutilizable, biodegradable, que su degradación no cause contaminación de microplásticos (MINAM, 2019), es por eso que la tecnología busca materiales de envasado antibacterianos y biocompatibles que alargue la vida útil del alimento y colabore con el medio ambiente. también se viene explorando nuevos ingredientes para su elaboración en ello también está incluido compuestos biodegradables como lo señala, Solano *et al.*, 2018. Las películas comestibles de embalaje evitan el contacto directo entre los alimentos y el material de embalaje, reduciendo la contaminación y mejorando la seguridad alimentaria (Tang *et al.*, 2024).

Esta tecnología está ganando popularidad como una alternativa sostenible a los envases tradicionales, debido a que tiene capacidad de reducir residuos de envases plásticos y mejorar la seguridad alimentaria, por lo que ha experimentado un rápido avance en los últimos años, ya que se han desarrollado nuevas formulaciones, métodos de fabricación y aplicaciones que no han sido completamente documentadas en revisiones anteriores,

La presente revisión tiene como objetivo determinar el impacto del lanzamiento de películas comestibles como alternativa de envasado de alimentos, en la industria alimentaria.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se identificaron 124 artículos en la base de datos de Scopus pertinentes al tema. Luego, se empleó el modelo PICOC para desglosar el tema de investigación en palabras clave, con el fin de realizar una búsqueda más exhaustiva en la base de datos de Scopus.

### Metodología PICOC

La revisión sistemática de la literatura (RSL) se diferencia de las revisiones narrativas tradicionales por su enfoque replicable, científico y transparente. Su objetivo es recopilar todos los documentos y publicaciones pertinentes que cumplan con criterios de inclusión predefinidos para abordar una pregunta de investigación específica. Cuando se lleva a cabo correctamente y con mínimos errores, una RSL puede proporcionar resultados y conclusiones confiables que asisten a los tomadores de decisiones y a los profesionales científicos en sus acciones. (Mengist, *et al.*, 2020)

## Pregunta General

Q1: ¿Cuál es el impacto de las películas comestibles elaboradas con fuentes naturales, como alternativa sostenible para sustituir los envases plásticos de alimentos?

## Preguntas específicas

EQ1: ¿Qué son las películas comestibles?

EQ2: ¿Cuáles son las fuentes naturales que se emplean para la elaboración de películas comestibles?

EQ3: ¿Por qué los envases de plástico deben ser sustituidos?

EQ4: ¿Por qué las películas comestibles son alternativas sostenibles para el envasado de alimentos?

Se usaron palabras claves en español e inglés en función a las preguntas planteadas, para direccionar mejor la búsqueda se combinó las palabras claves con operadores booleanos, asimismo el uso de la base de datos IATE (Terminología Interactiva para Europa), para usar las palabras claves de una manera estándar y realizar una búsqueda organizada en la base de datos (Abdul *et al.*, 2024).

Los operadores booleanos son una herramienta muy importante para la literatura científica ya que permite perfeccionar resultados de las búsquedas ellos son “AND”, “OR” Y “NOT”, demuestra la posibilidad de ampliar, limitar y definir las búsquedas ayuda a suprimir los resultados que no tiene relación con la temática estudiada (Abdul *et al.*, 2024). Se seleccionaron los artículos con relación al tema de investigación para cada criterio en la matriz PICOC.

Formulación / selección de ecuaciones y motores de búsqueda

Se usó la base de datos SCOPUS considerada la mayor base de datos multidisciplinaria existente.

A continuación, se muestran las palabras claves con los operadores (AND, NOT y OR) y los términos en comillas para una búsqueda más sistematizada, limitada, versátil.

Tabla 1.  
Ecuaciones de búsqueda

| Palabras /ecuación de búsqueda                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Número de artículos |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| ("Sustainable" or "Packaging" or "Food" or "Environmental Problems" or "Plastic" or "edible film" or "Non-biodegradable" or "Food Industry") AND ("Edible films" OR "Food packaging" OR "Conservation" OR "Environmental viability" OR "Acceptance") AND ("Natural sources" OR "biopolymers" OR "edible films" OR "biodegradable packaging") AND ("Substitution" OR "plastic containers" OR "edible films" "shelf life" OR "waste" OR "foods") AND ("Biodegradable packaging" OR "food industry " OR "food innovation" OR “sustainable production”) | 128                 |

Análisis Bibliometrix

Bibliometrix (lenguaje R) es reconocido como una herramienta altamente eficaz para analizar volúmenes extensos de datos con el propósito de organizar marcos conceptuales e intelectuales mediante el examen de datos cuantitativos y sus representaciones visuales (Campina, et al., 2024).

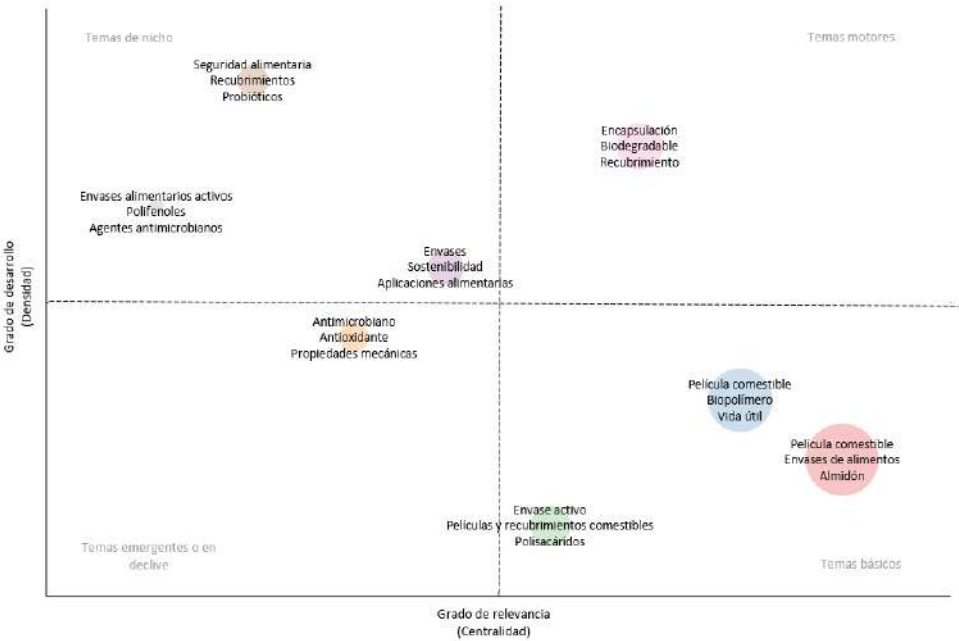


Figura 1. Mapa temático de palabras clave

Resultados del análisis bibliometrix en r Studio

Los resultados del análisis bibliométrico en r studio, nos dan el alcance de una evolución en la tasa de crecimiento de artículos publicados, que en porcentaje lo podemos expresar como 14,47 %, asimismo podemos visualizar la relación de las palabras claves con los años de publicación de cada investigación, que van desde los años 1996 hasta el 2024; el tamaño de cada nodo indica la frecuencia con la que esa palabra clave aparece en los documentos.

Criterios de inclusión y exclusión

Los criterios de inclusión y exclusión se definen por los autores en

la elaboración de una RSL para evitar posibles sesgos, los CI y CE deben construirse a priori y deben ser bien específicos, si se definen criterios muy amplios el argumento de los resultados serán complicados, la selección de artículos se hará bajo los criterios de tipo de idioma, fuente de impacto, acceso libre, año de publicación (Khan *et al.*, 2022).

Para esta investigación, se consideró como criterio número 1 de inclusión la búsqueda de artículos científicos de los últimos 5 años (2019-2024) para de esta manera tener información actualizada. En la tabla 2 se muestran los 6 criterios de inclusión y 1 criterio de exclusión relacionado al tema de esta RSL.

Tabla 2.  
Criterios de búsqueda de artículos científicos (PRISMA)

| Tipo | Criterios de inclusión                                                                                                                      | Tipo | Criterios de exclusión                    |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------------------------------------------|
| CI1  | Artículo de los últimos 5 años (2019 – 2024)                                                                                                | CE1  | Artículos con antigüedad máxima de 5 años |
| CI2  | Área temática: química, ciencias biológicas y agrícolas, ciencias ambientales, ingeniería                                                   |      |                                           |
| CI3  | Tipo de documento: Artículo                                                                                                                 |      |                                           |
| CI4  | Palabras clave: películas comestibles, envasado de alimentos, quitosano, biopolímeros, almidón, películas comestibles, embalaje, vida útil. |      |                                           |
| CI5  | Idioma: inglés                                                                                                                              |      |                                           |
| CI6  | Acceso Abierto                                                                                                                              |      |                                           |

Después de realizar una búsqueda minuciosa en la base de datos SCOPUS y con la ayuda del diagrama prisma con los filtros de criterios de inclusión y exclusión mostrados en la tabla 3, resultó 4 690 inicialmente, en registros duplicados se tiene 0 debido a que solo se trabajó con SCOPUS, por ello en los

registros cribados se sigue presentando 469, aplicando metodología PICOC juntamente con los criterios de inclusión y exclusión: CI1, CI2, CI3, CI4, CI5, CI6, la misma manera los criterios de exclusión CE1, se tuvo como resultado 42 artículos para realizar la RSL tal como se muestra en la figura 2.

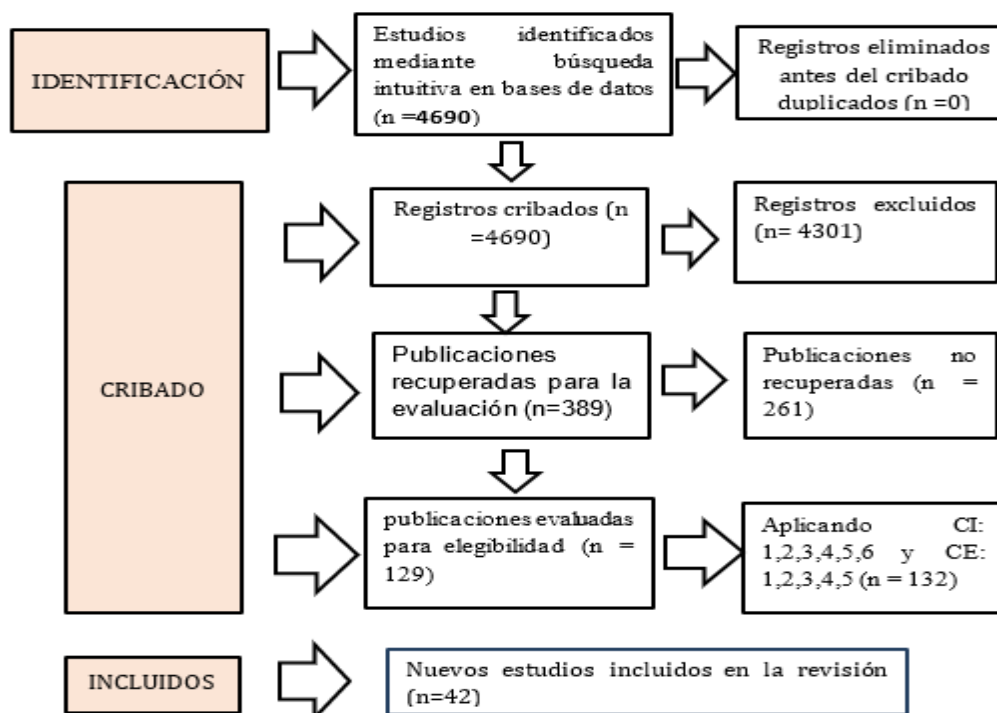


Figura 2. Diagrama de flujo PRISMA

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 1. Resultado del año de publicación de las investigaciones

En el 2021 se han registrado 12 documentos publicados acerca del tema de investigación y en porcentajes representa el 28,6 % del total de publicaciones; superior a los otros estudios que también fueron publicados años anteriores y posteriores. Con este resultado podemos llegar a la conclusión, de que el presente tema de investigación es un tema estudiado reciente, ya que posterior a este año ya existen investigaciones trabajando en este tema.

### 2. Resultados del número de artículos publicados en cada país a nivel mundial

Según los resultados obtenidos la India representa la mayoría de las publicaciones con 5 documentos publicados (7,14 %), seguido por Brasil con 4 publicaciones (5,71 %), después Arabia Saudita, malasia, Irán, Indonesia, Porcelana y Reino Unido con 3 publicaciones cada uno de ellos (12,87 %), luego Pavo, España, Portugal, Omán, México, Argentina, con 2 publicaciones cada uno (21,06 %) y otros países con una publicación (26,25 %).

### 3. Resultados de las preguntas formuladas con la metodología PICOC

1: ¿Cuál es el impacto de las películas comestibles elaboradas con fuentes naturales, como alternativa sostenible para sustituir los plásticos como envase de alimentos?

De acuerdo a los resultados obtenidos podemos concluir que en 27 artículos mencionan que el uso de películas comestibles como envase de alimentos presentan un impacto positivo en el mundo actual, esta cantidad de artículos es en porcentaje el 64,29 %, lo que nos da a entender que más de la mitad de artículos que tenemos están de acuerdo o es que tienen un concepto en común que las películas comestibles, es una alternativa aceptable como envase de alimentos; por otra parte tenemos 15 artículos que representan el 25, 71 % del total de artículos, que no definen que el uso de películas comestibles tenga un impacto positivo, pero tampoco mencionan que sea de impacto negativo su uso en los alimentos y por último no tenemos artículos que afirman que el uso de películas comestibles tengan un impacto negativo en el mundo actual. Las películas comestibles y los sistemas de empaque sustentable buscan reducir el uso de plásticos de un solo uso, promoviendo alternativas biodegradables; estos mejoran la conservación de alimentos perecederos y secos, los sistemas de empaque sustentable combinan materiales biopoliméricos y sintéticos para un diseño funcional. Ambas soluciones contribuyen significativamente a la disminución de la contaminación plástica, promoviendo una transición hacia prácticas más sostenibles en la industria del empaque.

Según de Souza *et al.*, 2024; las películas comestibles basadas en antocianinas y Disolventes Eutécticos Profundos (DES) no solo ofrecen una solución ecológica para la industria del empaque de alimentos, sino que también presentan características físicas y de estabilidad que las hacen viables y efectivas en la práctica. Por su parte Aziza *et al.*, 2023 menciona que las películas comestibles de fuentes naturales representan una alternativa sostenible a los envases plásticos, mejorando la conservación de los alimentos y reduciendo el impacto ambiental asociado con el uso de plásticos de un solo uso. De igual modo Pavlatkova *et al.*, 2023 afirma que las películas comestibles elaboradas con biopolímeros como la zeína y el quitosano, junto con sustancias antimicrobianas naturales como los aceites esenciales, representan una alternativa sostenible y efectiva a los envases plásticos de alimentos. Estas soluciones no solo ofrecen propiedades de barrera y conservación, sino que también contribuyen a la reducción del uso de aditivos químicos, promoviendo una opción más ecológica y segura para el envasado de alimentos. Estos autores destacan que las películas comestibles mejoran la conservación de alimentos, ofreciendo propiedades de barrera y estabilidad.

Mientras que por su parte Terzioglu *et al.*, 2024 menciona que; las películas comestibles y las diversas soluciones categorizadas para la contaminación por plásticos son complementarias en la búsqueda de una industria del embalaje más sostenible y menos dependiente del plástico convencional. Por su parte Gamboni *et al.*, 2023 afirma que las películas comestibles elaboradas con fuentes naturales y el diseño de sistemas de empaque sustentable para

alimentos secos, como el café instantáneo, comparten la meta de reducir el desperdicio de plásticos y mejorar la sostenibilidad en la industria alimentaria. Gamboni *et al.*, 2023; Aziza *et al.*, 2023 y Pavlatkova *et al.*, 2023 coinciden en el uso de fuentes naturales para las películas comestibles, lo que resalta su enfoque en soluciones ecológicas. Terzioglu *et al.*, 2024 subrayan que las películas comestibles y otras soluciones son complementarias en la lucha contra la contaminación por plásticos, mientras que otros autores, como De Souza *et al.*, 2024 y Pavlatkova *et al.*, 2023, se enfocan más en la viabilidad de las películas comestibles como una solución única y efectiva.

## Resultados para la pregunta EQ1

### EQ1: ¿Qué son las películas comestibles?

De acuerdo a los resultados obtenidos, podemos concluir que mayormente se consideran como recubrimientos a las películas comestibles, siendo este término la definición en 11 artículos, con un porcentaje de 42,31 %, este resultado es mayor en comparación a los otros dos que son; material comestible con 8 artículos siendo el 30.77% y la definición de envases con 7 artículos, siendo el 26,92 % del total de artículos analizados; sin embargo la cifra mayor no representa más del 50 % pero aun así es el termino con en que mayormente se define a las películas comestibles.

Según Phengnoi *et al.*, 2023 define a las películas comestibles como una tecnología novedosa utilizada para prolongar la vida útil de los alimentos, mejorando sus propiedades como la permeabilidad al vapor de agua y la reducción de la pérdida de peso en productos como la guayaba. Asimismo, Atta *et al.*, 2021 enfatizan que las películas

comestibles de celulosa bacteriana y levadura ofrecen alta solubilidad en agua y actividad antimicrobiana, mejorando la vida útil y calidad de frutas como naranjas y tomates. Phengnoi *et al.*, 2023 y Atta *et al.*, 2021, coinciden en que las películas comestibles se utilizan para prolongar la vida útil de los alimentos. Phengnoi *et al.*, 2023 se enfoca en la guayaba, mejorando la permeabilidad al vapor de agua y reduciendo la pérdida de peso, mientras que Atta *et al.*, 2021 destacan su aplicación en frutas como naranjas y tomates, resaltando la alta solubilidad en agua y actividad antimicrobiana.

Por su parte Otálora *et al.*, 2022 menciona que las películas comestibles se desarrollan a partir de almidón de yuca y micropartículas de vegetales, estas películas mejoran la tensión de ruptura y el ángulo de contacto, y pueden utilizarse para detectar el deterioro de alimentos envasados. Asimismo, Pavlatkova *et al.*, 2023 afirma que las películas comestibles son elaboradas a partir de biopolímeros como la zeína y el quitosano, estas películas tienen propiedades formadoras de películas y pueden incluir aceites esenciales como antimicrobianos naturales. Otálora *et al.*, 2022 y Pavlatkova *et al.*, 2023 discuten sobre los materiales utilizados para crear las películas comestibles. Otálora *et al.*, 2022 se centran en el almidón de yuca y micropartículas de vegetales, mientras que Pavlatkova *et al.*, 2023 se enfocan en biopolímeros como la zeína y el quitosano. Ambos estudios subrayan la importancia de los materiales naturales y su funcionalidad mejorada. Gamboni *et al.*, 2023 añade que las películas comestibles son utilizadas como empaque primario para alimentos secos como el café instantáneo, con propiedades de resistencia a la tracción y

al sellado térmico. Gamboni *et al.*, 2023 y Otálora *et al.*, 2022 tratan las aplicaciones específicas y las propiedades mecánicas de las películas comestibles. Gamboni *et al.*, 2023 mencionan su uso como empaque primario para alimentos secos, como el café instantáneo, destacando la resistencia a la tracción y al sellado térmico. Otálora *et al.*, 2022 también tocan aspectos mecánicos como la tensión de ruptura y el ángulo de contacto.

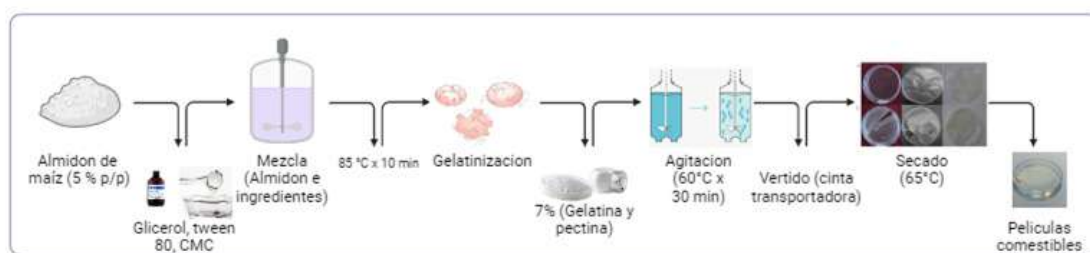
Por otra parte, Suresh *et al.*, 2021 refieren que las películas comestibles están diseñadas con características multifuncionales que incluyen biodegradabilidad, actividad antimicrobiana y biocompatibilidad, con potencial para reemplazar materiales plásticos. Asimismo, Al-Harrasi *et al.*, 2022 concluye que las películas comestibles están desarrolladas con quitosano, porfiriano y aceite esencial de jengibre, mejorando propiedades de barrera, térmicas, ópticas y mecánicas, además de tener efectos antioxidantes.

Suresh *et al.*, 2021 y Al-Harrasi *et al.*, 2022 destacan las propiedades multifuncionales de las películas comestibles, como la biodegradabilidad y la actividad antimicrobiana. Suresh *et al.*, 2021 se centran en la capacidad de estas películas para reemplazar materiales plásticos, mientras que Al-Harrasi *et al.*, 2022 enfatizan las mejoras en las propiedades de barrera, térmicas, ópticas y mecánicas, además de los efectos antioxidantes.

## Resultados para la pregunta EQ2

### EQ2: ¿Cuáles son las fuentes naturales que se emplean para la elaboración de películas comestibles?

De acuerdo a los resultados obtenidos de las distintas fuentes naturales para la elaboración de películas comestibles en la figura 3 se puede observar que lo es más usado es fuentes vegetales, que simboliza un (52,63 %), luego se encuentra gelatina y quitosano (31,58 %) y finalmente las fuentes de animales (15,79 %).



**Figura 3.** Proceso de elaboración de películas comestibles

Chen *et al.*, 2024 quienes investigaron el uso de cáscaras de mango y polifenoles del té para crear películas antibacterianas. Estas películas demostraron una mayor densidad y mejoras significativas en la barrera contra el vapor de agua, oxígeno y dióxido de carbono. La combinación de cáscaras de mango y polifenoles del té permitió mantener el color y la textura de la carne de pechuga de

pollo, inhibiendo el crecimiento microbiano y extendiendo la vida útil del producto. Mientras Han *et al.*, 2023 desarrollaron una película compuesta comestible utilizando zeína, goma laca y curcumina. La adición de curcumina mejoró notablemente la barrera contra el vapor de agua, la solubilidad en agua y las propiedades antioxidantes de la película. Además, las películas mostraron una capacidad de respuesta al pH y efectos

inhibidores sobre *E. coli*, proporcionando una nueva estrategia para el desarrollo de envases alimentarios funcionales. Por su parte Mondal *et al.*, 2022 exploraron el uso de biomasa de algas verdes desaceitadas y quitosano para crear películas comestibles. Utilizaron un extracto etanólico de algas crudas, logrando mejorar la resistencia a la tracción, la actividad antioxidante y la permeabilidad al vapor de agua de las películas. Este enfoque ecológico proporcionó una solución sostenible para prolongar la vida útil de productos frescos como los chiles verdes. Asimismo, Kaur *et al.*, 2024 investigaron la combinación de gel de aloe vera y quitosano para formar películas comestibles. Las formulaciones mejoraron las propiedades reológicas y antioxidantes, así como la solubilidad en agua y la permeabilidad al vapor de agua. Aplicadas a higos frescos, estas películas redujeron significativamente el crecimiento microbiano durante el almacenamiento en frío, demostrando ser una solución sostenible para la conservación de frutas frescas. Por otro lado, Bahar *et al.*, 2023 utilizaron gelatina, nanopartículas de óxido de zinc y nanofibras de quitosano para mejorar las propiedades mecánicas y de barrera de las películas comestibles. La combinación de estos materiales proporcionó capacidades antioxidantes y antibacterianas, mostrando un gran potencial como material funcional para el envasado de alimentos. Mientras que, Tien *et al.*, 2021 discutieron el uso del quitosano y nanopartículas para formar nanofibras con excelentes propiedades antioxidantes y antimicrobianas. El quitosano, a menudo mezclado con otros materiales para mejorar su procesabilidad, se destacó por sus propiedades intrínsecas útiles y su capacidad para formar películas comestibles efectivas para una

variedad de productos alimentarios. Por su parte Azizah *et al.*, 2023 evaluaron la combinación de gelatina de pescado, pectina y aceite esencial de limoncillo para desarrollar películas comestibles. Las películas resultantes mostraron mejoras en propiedades fisicoquímicas y actividad antibacteriana, siendo efectivas para preservar la calidad de la pechuga de pollo durante el almacenamiento. A su vez, Lima *et al.*, 2021 utilizaron galactomanano de *Caesalpinia pulcherrima* y aceite esencial de *Cymbopogon citratus* para recubrir quesos. Este recubrimiento mejoró la estabilidad microbiológica y fisicoquímica de los quesos durante el almacenamiento, demostrando ser una alternativa viable para la industria alimentaria. Y para finalizar Nigrum *et al.*, 2021 combinaron gelatina de piel de pescado con polvo de rosella, polvo de canela y aceite esencial de canela para desarrollar películas comestibles. Estas películas mostraron mejores propiedades fisicoquímicas y fueron efectivas como envase activo para el pan, destacándose por sus capacidades antioxidantes y antibacterianas.

Todos los estudios coinciden en el uso de materiales naturales y biodegradables. Chen *et al.*, 2024 y Azizah *et al.*, 2023 destacan el uso de residuos vegetales (cáscaras de mango y pectina), mientras que Mondal *et al.*, 2022, Tien *et al.*, 2021, y Bahar *et al.*, 2023 se enfocan en biopolímeros como el quitosano. Ningrum *et al.*, 2021 y Lima *et al.*, 2021 mencionan biopolímeros derivados de animales y plantas. Los antioxidantes de las películas. Chen *et al.*, 2024 y Han *et al.*, 2023 reportan mejoras significativas en la densidad y barrera contra el vapor de agua. Mondal *et al.*, 2022 y Kaur *et al.*, 2024 observan mejoras en propiedades

mecánicas y solubilidad con la adición de bioactivos. Las aplicaciones prácticas varían desde la preservación de pechuga de pollo, Chen *et al.*, 2024; Azizah *et al.*, 2023; chiles verdes (Mondal *et al.*, 2022), higos frescos

(Kaur *et al.*, 2024), hasta quesos (Lima *et al.*, 2021). Cada autor destaca cómo sus formulaciones específicas de películas comestibles pueden extender la vida útil y mantener la calidad de los productos alimenticios.

## ENVASES DE PELICULAS COMESTIBLES

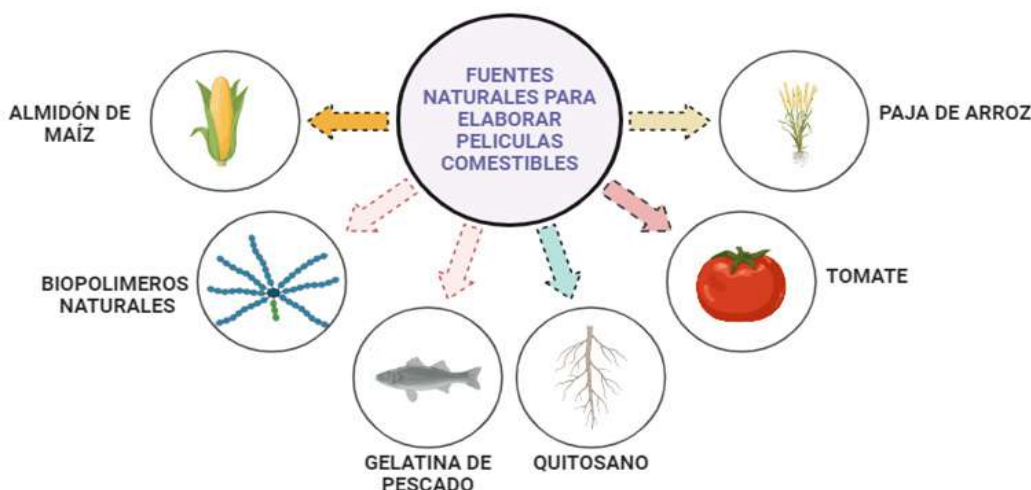


Figura 4. Fuentes naturales para elaborar películas comestibles

### Resultados para la pregunta EQ3

#### EQ3. ¿Por qué los envases de plástico deben ser sustituidos?

Los envases de plástico como se sabe son de un solo uso y en los últimos años su uso se ha visto impedido por el desafío de reducir y hasta eliminar su uso por su efecto negativo al medio ambiente, por otro lado, también puede afectar la salud humana debido a que tarda demasiado en descomponerse (Terzioglu *et al.*, 2024).

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación se observa 2 motivos por las cuales debe ser sustituido los plásticos, lo cual se muestra que 15 investigaciones mencionan que no es biodegradable y es excesivamente contaminante que representa el (83,3 %) y por otro lado otros 3 mencionan que el

uso de plásticos contribuye al desperdicio alimentario simboliza (16,7 %).

Según Chen *et al.*, 2024 los envases fabricados de los plásticos tradicionales hechos de petróleo tienen debilidades, tarda demasiado tiempo en degradarse, es una fuente contaminante, contribuye a la degradación de alimentos después del envasado por lo tanto contribuye al desperdicio alimentario. Por otro lado, Gamboni *et al.*, 2023 asegura que los envases plásticos contribuyen al desperdicio alimentario debido a que hay facilidad para daños físicos, químicos del alimento contribuyendo al desperdicio de los alimentos, además de ello el uso de envases tradicionales explota a gran escala las fuentes renovables como el petróleo y entre otros. Bahar *et al.*, 2023 en su investigación afirma que las cifras de contaminación

medioambiental aumentaron en los últimos años debido al efecto del uso de bolsas plásticas por lo cual podemos decir que es un indicador para sustituir este material de envase. Adeyeye *et al.*, 2023 en su estudio concuerda con los autores anteriores, mencionando que en las últimas décadas el uso excesivo de materiales plásticos para envases se convirtió en una preocupación por los problemas medioambientales que causa por ese motivo se plantea su sustitución y eliminación. Suresh *et al.*, 2021 también menciona que en los últimos años la mayoría de los envases elaborados de plásticos convencionales han causado problemas ambientales y de sostenibilidad por lo que se busca reemplazar por envases biodegradables. Kuprina *et al.*, 2020 afirma que el plástico es accesible para todos, pero al mismo tiempo es perjudicial para el medio ambiente debido al efecto contaminante que este tiene, debido a que no se descompone de manera natural ni a corto plazo esto hace que se acumule en grandes cantidades por mucho tiempo causando estragos tanto para el planeta como para los seres humanos. Egolf *et al.*, 2019, concuerda con los autores que mencionan que el uso de plásticos como envases no es sostenible por lo cual se busca alternativas eco amigables con el medio ambiente que a su vez pueda transformar el sistema alimentario convirtiendo la industria de envases más eficiente. De todos los artículos revisados para este punto podemos mencionar que los envases de plásticos convencionales deben ser sustituidos por envases biodegradables y sostenible, el plástico es perjudicial y la tecnología busca reemplazarlo para mejorar la calidad alimentaria.

## Resultados de la pregunta EQ4

### EQ4: ¿Por qué las películas comestibles son alternativas sostenibles para el envasado de alimentos?

De acuerdo a los resultados podemos concluir que 35 artículos (43,75 %) mencionan que se debe de sustituir los envases plásticos con películas comestibles, porque es una alternativa biodegradable y sostenible; mientras 34 artículos (42,5 %) mencionan porque las películas comestibles son multifuncionales y 11 artículos (13,75 %) mencionan que estos reducen el desperdicio de alimentos.

Kampeerapappun *et al.*, 2024 en su estudio menciona que en el proceso de elaboración de envases de películas comestibles se usan materiales biodegradables, como restos agrícolas integrando insumos que son considerados ecoamigables, Bahar *et al.*, 2024 menciona que la gelatina es uno de los materiales biodegradables más comunes para la elaboración de películas comestibles por lo tanto garantiza la sostenibilidad de estos envases, también Adeyeye *et al.*, 2023 hace énfasis que el almidón es otra alternativa biodegradable muy respetuosa con el medio ambiente para elaborar envases de películas comestibles este se descompone de manera natural y en muy poco tiempo sin causar perjuicios.

Suresh *et al.*, 2021 destaca que los envases de películas comestibles son considerados biodegradables y sostenibles debido a que están elaborados con polímeros naturales con el objetivo de reducir los problemas medioambientales, Atta *et al.*, 2021, hace mención que las películas

comestibles son potencialmente sostenibles debido a sus componentes bioactivos que lo hacen multifuncional a este envase (protector, antibacteriano, entre otros), Tien *et al.*, 2021 menciona que el quitosano también es otro material sostenible y multifuncional para la elaboración de envases sostenibles y biodegradables, Egolf *et al.*, 2019 menciona que la tecnología alimentaria busca hacer envases biodegradables y sostenibles elaborados con materiales naturales y una de las más importantes es la película comestible.

De todas las investigaciones analizadas en este punto, todas las películas comestibles formulados para envase es biodegradable y sostenible es lanzado con el objetivo de sustituir al plástico y solucionar los problemas ambientales de las últimas décadas.

De acuerdo a los resultados obtenidos, podemos concluir que 8 artículos (29,63 %) mencionan que una de las multifunciones que cumplen las películas comestibles es que son antimicrobianas, mientras que 6 artículos (11,11%) mencionan que presentan capacidad antioxidante, por otra parte 5 artículos (18,52 %) hacen referencia a que estos también cumplen la función de protección y 8 artículos (29,63 %) mencionan que estos también alargan la vida útil de los alimentos.

Kaur *et al.*, 2024 menciona que las películas comestibles al ser elaboradas con materiales bioactivos naturales protegen al alimento de efectos microbianos, además alargan vida útil, Aziza *et al.*, 2023 también menciona que un envase de películas comestibles elaboradas con polímeros como gelatina de pescado, pectina, aceite esencial tuvo resultados

prometedores en la conservación de vida útil de carnes, Han *et al.*, 2023 en su estudio hace conocer que la película comestible adicionado de curcumina alarga la vida útil de los productos debido a que reduce la actividad de agua y también tiene alta capacidad antioxidante, Atta *et al.*, 2021. hace énfasis que las películas comestibles bioactivos con celulosa antibacteriana inhibe microbios evitando la degradación y de esta manera mejorando la vida útil y calidad del producto, Naseri *et al.*, 2020 menciona que las películas comestibles con biopolímeros adicionado con aceites esenciales han resultado muy efectivos para controlar el crecimiento microbiano en su estudio lo aplico para conservar calidad, frescura y vida útil de la carne de pavo y obtuvo resultados muy eficaces, Gola *et al.*, 2019 en su investigación hace conocer que las películas comestibles polifenólicos formulados con algarroba tienen una alta capacidad antioxidante y antimicrobiana para el envasado de alimentos. De todos los autores mencionados podemos decir que existe diferentes fuentes biodegradables, sostenibles de distintas fuentes vegetales, animales y entre otros que se encuentran en innovación para prolongar la vida útil, inhibir microbios, ofrecer mayor protección al producto y con capacidad antioxidante para sumar al valor nutritivo del producto. De acuerdo a los resultados obtenidos podemos mencionar que se hallaron 8 artículos (80%) que las películas comestibles prolongan vida útil por lo tanto reducen desperdicio alimenticio y por otro lado 1 artículo (20 %) que afirma que esto se da por los componentes bioactivos.

Kaur *et al.*, 2023 menciona que los envases bioactivos (películas comestibles), prolongan la vida útil del producto de manera eficaz lo cual hace

que el desperdicio de alimentos disminuye, Adeyeye *et al.*, 2023 también menciona que las nanopartículas de almidón para elaboración de películas comestibles es biodegradable, innovador lo cual como envase funciona para un mayor tiempo de vida útil contribuyendo a la reducción del desperdicio alimentario, Azizah *et al.*, 2023 también da a conocer que las películas comestibles formuladas con gelatina, aceite esencial, inhibe microbios, alarga la vida útil lo cual como consecuencia evita el deterioro de alimentos y infección con microorganismos. Golas *et al.*, 2019 menciona que la industria alimentaria en los últimos años ha buscado desarrollar envase con propiedades antioxidantes y antimicrobianos y uno de ellos es los envases de películas comestibles, estos alargan la vida útil, inhiben actividad de agua de esta manera evitando la pérdida de alimentos. De todos los estudios analizados en este ítem, podemos mencionar que las películas comestibles alargan la vida útil del producto, protegen, reducen actividad de agua, por lo cual como conservar los alimentos reducen el desperdicio mundial de alimentos.

## CONCLUSIONES

La revisión sistemática sobre el impacto de las películas comestibles como alternativa de envase de alimentos ha revelado numerosos beneficios y desafíos en su adopción. Las películas comestibles, definidas como una tecnología innovadora

para prolongar la vida útil de los alimentos y mejorar propiedades funcionales, se desarrollan a partir de diversas fuentes naturales como almidón de yuca, zeína, quitosano, entre otros.

Los estudios analizados destacan que estas películas han mejorado su tensión de ruptura, el ángulo de contacto, la resistencia a la tracción y al sellado térmico, además de incorporar propiedades antimicrobianas y antioxidantes como si fuera un envase convencional de uso diario. Sin embargo, se enfrentan a desafíos significativos como la estandarización, la aceptación del consumidor, los costos de producción y la escalabilidad.

Las perspectivas de futuro son prometedoras, con innovaciones en materiales y tecnologías de producción que prometen mejorar la funcionalidad y reducir costos. La creciente conciencia ambiental y las políticas favorables también impulsan el desarrollo y la adopción de estas nuevas tecnologías a desarrollarse.

En conclusión, las películas comestibles representan una alternativa viable y sostenible a los envases plásticos tradicionales, con un potencial significativo para contribuir a la reducción del desperdicio alimentario y la contaminación por plásticos. La colaboración multidisciplinaria y la investigación continua serán clave para superar los desafíos actuales y maximizar los beneficios de esta tecnología emergente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdul, N.S., Shenoy, M., Reddy, N.R. Sangappa, S. B., Ganiga, G. C., Di Blasio, M., Cicciù, M., & Minervini, G. (2024). Gene sequencing applications to combat oral-cavity related disorders: a systematic review with meta-analysis. *BMC Oral Health* 24, 103. <https://doi.org/10.1186/s12903-023-03541-7>

- Adeyeye, S., Surendra, B., Guruprasath, N., & Sankar, K., (2023). Starch Nanocrystal and its Food Packaging Applications. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 11(1). <https://dx.doi.org/10.12944/CRNFSJ.11.1.1>
- Athanasopoulou, E., Bigi, F., Maurizzi, E., Karellou, E., Pappas, C., Quartieri, A., & Tsironi, T. (2024). Síntesis y caracterización de películas comestibles a base de polisacáridos y proteínas y aplicación como materiales de embalaje para filetes de pescado fresco. *Representante científico*, 14, 517. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-51163-y>
- Atta, O. M., Manan, S., Ahmed, A. A. Q., Awad, M. F., Ul-Islam, M., Subhan, F., Ullah, M. W., & Yang, G. (2021). Development and Characterization of Yeast-Incorporated Antimicrobial Cellulose Biofilms for Edible Food Packaging Application. *Polymers*, 13(14), 2310. <https://doi.org/10.3390/polym13142310>
- Azizah, F., Nursakti, H., Ningrum, A., & Supriyadi, N. (2023). Development of Edible Composite Film from Fish Gelatin–Pectin Incorporated with Lemongrass Essential Oil and Its Application in Chicken Meat. *Polymers*, 15(9), 2075. <https://doi.org/10.3390/polym15092075>.
- Azizah, F., Nursakti, H., Ningrum, A., & Supriyadi. (2023). Development of Edible Composite Film from Fish Gelatin–Pectin Incorporated with Lemongrass Essential Oil and Its Application in Chicken Meat. *Polymers*, 15(9), 2075. <https://doi.org/10.3390/polym15092075>
- Bahar, A., Samik, S., Sianita, M., Kusumawati, M., Khafidlah, I., Muslim, S., & Auliya, A. (2023). Development and Characterization of Edible Films Based on Gelatin/Chitosan Composites Incorporated with Zinc Oxide Nanoparticles for Food Protection. *Molekul*. 18 (3). <https://doi.org/10.20884/1.jm.2023.18.3.6630>
- Campina, A., C., Lorca, A., A., y De las Heras, M., A. (2024). Indagación, modelización y pensamiento computacional: Un análisis bibliométrico con el uso de Bibliometrix a través de Biblioshiny. <https://www.redalyc.org/journal/920/92075647006/92075647006.pdf>
- Chen, Z., Liu, R., Wey, Y., LI, R., Lou, R., Zhu, X. y Huang C. (2024). A novel strategy to transform mango peel waste into useful product– Preparing antibacterial film containing tea polyphenols for chicken breast preservation. *LWT*. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.115933>
- Danila, M, Uttam, C., & Athanassiou, A. (2024). Blending of polysaccharide-based carrot pomace with vegetable proteins for biocomposites with optimized performance for food packaging applications, *Food Hydrocolloids*, 152 <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2024.109903>
- De Souza, H. K. S., Guimarães, M., Mateus, N., De Freitas, V., & Cruz, L. (2024). Chitosan/ Polyvinyl Alcohol-Based Biofilms Using Ternary Deep Eutectic Solvents towards Innovative Color-Stabilizing Systems for Anthocyanins. *International Journal Of Molecular Sciences*, 25(11), 6154. <https://doi.org/10.3390/ijms25116154>

- Egolf, A., Hartmann, C., & Siegrist, M. (2019). When Evolution Works Against the Future: Disgust's Contributions to the Acceptance of New Food Technologies. *Risk Analysis*. 39 (7). <https://doi.org/10.1111/risa.13279>
- Gamboni, J. E., Bonfilio, G. V., Slavutsky, A. M., & Bertuzzi M, A., (2023). Evaluation of edible films as single-serve pouches for a sustainable packaging system. *Food Chem. Adv.* (3). <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100547>
- Gamboni, J. E., Bonfiglio, G. V., Slavutsky, A. M., & Bertuzzi, M. A. (2023). Evaluation of edible films as single-serve pouches for a sustainable packaging system. *Food Chemistry Advances*, 3, 100547. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100547>
- Han, T., Chen, W., Zhong, Q., Xu, Y., & Wu, Y., (2023). Development and Characterization of an Edible Zein/Shellac Composite Film Loaded with Curcumin. *Foods*. 12 (8). <https://doi.org/10.3390/foods12081577>
- Kampeerappun, P., O-Charoen, N., Dhamvithee, P., & Jansri, E. (2024). Biocomposite Based on Polylactic Acid and Rice Straw for Food Packaging Products. *Polymers*, 16(8), 1038. <https://doi.org/10.3390/polym16081038>
- Kaur, N., Somasundram, C., Razali, Z., Mourad, A.-H. I., Hamed, F., & Ahmed, Z. F. R. (2024). Aloe vera/Chitosan-Based Edible Film with Enhanced Antioxidant, Antimicrobial, Thermal, and Barrier Properties for Sustainable Food Preservation. *Polymers*, 16(2), 242. <https://doi.org/10.3390/polym16020242>
- Khan, K., S., Bueno, C., y Zamora, J. (2022). Revisiones sistemáticas en cinco pasos: II. Cómo identificar los estudios relevantes. *Medicina de Familia. SEMERGEN*, 48 (6). <https://doi.org/10.1016/j.semerg.2021.12.006>
- Kuprina, E., Yakkola, A., Manuylov, A., Kabyshev, O., Zhirkova, M., Zhernyakova, & A., Shmelkova, M., (2020). Development of biodegradable packaging films and edible coatings for food products based on composite materials. *Prog. Chem. Appl. Chitin Deriv.* 25. <https://doi.org/10.15259/PCACD.25.009>
- Lindi, A. M., Gorgani, L., Mohammadi, M., Hamedi, S., Darzi, G. N., Cerruti, P., Fattahi, E., & Moeini, A. (2024). Fenugreek seed mucilage-based active edible films for extending fresh fruit shelf life: Antimicrobial and physicochemical properties. *International Journal Of Biological Macromolecules*, 269, 132186. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.132186>
- Lu, W., Liu, Z., Huang, Y., Bu, Y., Li, X., & Cheng, Q. (2020). How do authors select keywords? A preliminary study of author keyword selection behavior. *Journal of Informetrics*, 14(4), 101066. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2020.101066>
- Mengist, W., Soromessa, T., & Legese, G. (2020). Method for conducting systematic literature review and meta-analysis for environmental science research. *MethodsX*, 7, 100777. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2019.100777>
- Ministerio de Ambiente. (2019). Decreto Supremo N° 006-2019-MINAM Reglamento Ley de Plásticos. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura.

- Mira, JJ, Matarredona, V, Tella, S, Sousa, P, Neves, V, Strametz R, y López-Pineda A. (2024). Unveiling the hidden struggle of healthcare students as second victims through a systematic review. *BMC Medical Education*, 24(1):378 <https://doi.org/10.1186/s12909-024-05336-y>
- Momtaz, M., Momtaz, EMehrgardi, A., Fatemeh T., Farkhondeh P. (2024) Preparación y caracterización de nanocompuestos de gelatina/quitosano reforzados con nanopartículas de NiO como envase activo para alimentos. *Biochem Pharmacol*, 24 (17). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-50260-8>
- Naseri, H., Beigmohammadi, F., Mohammadi, R., Sadeghi, R., (2020). Production and characterization of edible film based on gelatin–chitosan containing Ferulago angulate essential oil and its application in the prolongation of the shelf life of turkey meat. *Journal of Food Processing. Preservation*. 44 (8). <https://doi.org/10.1111/jfpp.14558>
- Pavlátková, L., Sedlaříková, J., Pleva, P., Peer, P., Uysal-Unalan, I., & Janalíková, M. (2022). Bioactive zein/chitosan systems loaded with essential oils for food-packaging applications. *Journal Of The Science Of Food And Agriculture*, 103(3), 1097-1104. <https://doi.org/10.1002/jsfa.11978>
- Solano-Doblado, L. G., Alamilla-Beltrán, L., & Jiménez-Martínez, C. (2018). Películas y recubrimientos comestibles funcionalizados. *Deleted Journal*, 21, 30 <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2018.0.153>
- Suresh, S., Pushparaj, C., & Subramani, R., (2021). Recent development in preparation of food packaging films using biopolymers. *Food Research*, 5(6) : 12 - 22. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.5\(6\).082](https://doi.org/10.26656/fr.2017.5(6).082)
- Tang, B., Ma, J., Liu, L., Xu, J., Zhang, H., Li, K., Tu, X., & Qing-Fang, G. (2024). Preparation of pullulan-shellac edible films with improved water-resistance and UV barrier properties for Chinese cherries preservation. *Journal Of Future Foods*, 5(1), 107-118. <https://doi.org/10.1016/j.jfutfo.2024.01.010>.
- Taylor, S., Colonna, A., Jung, J., Gutierrez, J., & Zhao, Y. (2024). Consumer perception and acceptance of edible packaging for various food products. *Journal Of Food Science*, 89(4), 2423-2437. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.16992>
- Terzioglu, N., Ceschin, F., Jobling, S., & Tarverdi, K. (2024). A literature and practice review to develop archetypes of upstream packaging strategies for a circular economy. *Resources, Conservation & Recycling Advances*, 21, 200211. <https://doi.org/10.1016/j.rcradv.2024.2002>
- Tien, N. D., Lyngstadaas, S. P., Mano, J. F., Blaker, J. J., & Haugen, H. J. (2021). Recent Developments in Chitosan-Based Micro/Nanofibers for Sustainable Food Packaging, Smart Textiles, Cosmeceuticals, and Biomedical Applications. *Molecules*, 26(9), 2683. <https://doi.org/10.3390/molecules26092683>

Xiao, M., Peng, C., Qin, J., Wang, S., Wu, X., Nishinari, K., & Jiang, F. (2024). Development of a water gradient film through film and ice-glazing approach utilizing konjac glucomannan and high acyl gellan gum for enhanced preservation of frozen snakehead (*Channa argus*) fillets. *Food Hydrocolloids*, 152, 109904. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2024.109904>

#### **Declaración de roles de autores**

- Chamorro Nelssi: Conceptualización; metodología; análisis de datos y escritura.
- Yalupalin Soledad: Conceptualización; metodología y escritura.
- Larrea Christian: Conceptualización; escritura; estadística; revisión y edición.
- Alvarado Daniel: Análisis de datos y escritura.
- Callirgos David: Conceptualización; revisión y edición.

#### **Financiamiento de la investigación/ Agradecimientos**

El artículo de investigación contó con autofinanciamiento de los investigadores.

# Análisis de las propiedades del siglalón (*Vasconcellea stipulata*) y su aplicación en productos de panificación

## *Analysis of the properties of siglalon (*Vasconcellea stipulata*) and its application in bakery products*

 Asalia A. Cedeño-Zambrano<sup>1</sup>  Kimberly H. López-López<sup>2</sup>  Bianca E. Salazar-Rodríguez<sup>1</sup>

 Olanda E. Zea-Álvarez<sup>1</sup>  Tatiana M. Poveda-Anchundia<sup>1</sup>

tatiana.povedaanc@ug.edu.ec 

1.- Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador

2.- Instituto Tecnológico Superior Vicente Rocafuerte. Guayaquil, Ecuador

Recibido: 20/09/2024

Revisado: 29/09/2024

Aceptado: 18/10/2024

Publicado: 10/01/2025

### RESUMEN

El siglalón es considerado una fruta de origen colombo ecuatoriano. Su distribución geográfica en el Ecuador se encuentra en las provincias de Azuay, Loja, Cañar y El Oro. De acuerdo con la clasificación taxonómica el género *Vasconcellea* contempla veintiuno especies. La aplicación de la fruta de *Vasconcellea stipulata* dentro del ámbito de la panificación, se debe al escaso conocimiento sobre el siglalón y su uso en la gastronomía, debido a que su consumo es bajo en sitios montañosos y alrededores. La presente propuesta culinaria es la aplicación del siglalón en la panadería, para el aprovechamiento de las propiedades nutricionales. Las características organolépticas de esta fruta son de gran aporte para los productos panificados. En la metodología se establecieron 3 experimentaciones en cuatro preparaciones, de las cuales la crema pastelera fue el producto mejor valorado, con un 85 % de aceptación. Así también se caracterizaron las propiedades organolépticas de las preparaciones, como olor, color, sabor y textura en Guayaquil. Sin embargo, el puntaje bajo en las muestras (a) y (b) por parte de los panelistas están relacionadas con la alta presencia de taninos en el siglalón, debido a la técnica de cocción empleada. La presente investigación muestra la innovación en la panificación, demostrando que el siglalón puede ser incorporado exitosamente en productos de panadería por su valor culinario y nutricional.

**Palabras clave:** Sigaglón, panadería, propiedades nutricionales, innovación.

### ABSTRACT

The siglalon is considered a fruit of Colombo-Ecuadorian origin. Its geographical distribution in Ecuador is in the provinces of Azuay, Loja, Cañar, and El Oro. According to the taxonomic classification, the genus *Vasconcellea* comprises twenty-one species.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Rev. Investigaciones ULCB. Ene - Jul.12(1), 2025; ISSN: 2409 - 1537;34-41

The application of the *Vasconcellea stipulata* fruit in the field of bread-making stems from the limited knowledge about siglalon and its use in gastronomy, as its consumption is low in mountainous areas and their surroundings. This culinary proposal is the application of siglalon in baking to take advantage of its nutritional properties. The organoleptic characteristics of this fruit are a great contribution to baked goods. In the methodology, three experiments were established in four preparations, of which the pastry cream was the highest-rated product, with 85 % acceptance. The organoleptic properties of the preparations, such as aroma, color, flavor, and texture, were also characterized in Guayaquil. However, the low score in samples (a) and (b) from the panelists is related to the high presence of tannins in the siglalon, due to the cooking technique used. This research shows innovation in bread-making, demonstrating that siglalon can be successfully incorporated into bakery products for its culinary and nutritional value.

**Keywords:** Siglalon, bakery nutritional properties, innovation.

## INTRODUCCIÓN

A pesar de ser uno de los países más pequeños de Sudamérica, Ecuador cuenta con un clima, una flora y una fauna muy diversa que hacen del país una región atractiva donde la mayor parte de los alimentos que provienen de cada región del Ecuador (Rodríguez *et al.*, 2013). Posee una comida exótica, los sabores, especialmente los alimentos de alto valor nutritivo, no son muy conocidos, y muchos de ellos se conocían en el pasado, pero ahora han perdido su valor. Los frutos estudiados se han visto afectados por cambios sociales y naturales, esta información fue recopilada a través de la interacción con los pobladores del estado Sevilla de Oro, provincia del Azuay, donde el consumo de frutos ha disminuido, observándose que se ha encontrado una pequeña cantidad de cultivos (Vidal *et al.*, 2009).

En el país no existen productos a base de siglalón, pero en las provincias de Loja, Azuay y El Oro se elaboran productos frutícolas como mermelada, agua saborizada, jugo y frutas en almíbar. La prueba de ello se cree es que, por esta situación, no todos los ecuatorianos conocen esta fruta, lo cual también lo

confirman estudios realizados en la ciudad de Guayaquil, porque es cultivada, no crece en una gran escala, no hay mucha demanda de este tipo de producto, además, se recomienda utilizar la fruta como materia prima en la panadería.

El desinterés de los ecuatorianos en el consumo de alimentos locales se debe a la falta de información en diferentes medios y la misma comercialización de zonas con diferentes características, ya que no crecen en zonas con el mismo clima y suelo. La distribución de la fruta en zonas no cosechadas del país es un tema que vale la pena investigar, ya que sería una razón importante por la cual la población ecuatoriana no conoce y utiliza este producto (Espinosa y Abedini, 2016).

En base a las bajas ventas que se ha observado en mercados y supermercados, el siglalón es poco consumido en las zonas costeras, a diferencia de las zonas montañosas donde se comercializa más por su origen andino (Scheldeman *et al.*, 2007). Sin embargo, hay una escasez de productos elaborados con esta fruta, en los países del norte de América del Sur, como Venezuela y Colombia, se elaboran conservas y

mermeladas a partir de siglalón, utilizando diferentes técnicas para obtener estos productos, que tienen un alto valor nutritivo para quienes los consumen (Auquiñivin y Paucar, 2020).

El estudio ayudará a identificar el uso gastronómico del siglalón como parte de las innovaciones en panadería, además de incentivar el consumo de una fruta desconocida para todos los ciudadanos del país. Este análisis también será de gran utilidad para los futuros profesionales de la gastronomía, ya que tendrán la base para seguir desarrollando otros usos de esta fruta en diversos ámbitos de la cocina (Scheldeman *et al.*, 2004).

De acuerdo con León-Yáñez *et al.*, 2011 se ha identificado que el género *Carica* contempla una especie, mientras que el género *Vasconcellea* en Ecuador es reconocido por sus once especies, de las cuales cinco son endémicas.

En Ecuador se ha mencionado en varios libros sobre esta especie, debido a sus condiciones climáticas, la mayoría de las especies en categoría de preocupación menor, distribuidas en el centro y sur del Ecuador. Por estas circunstancias, es importante mantener el cultivo y comercialización del fruto y sus componentes, ya que contienen compuestos enzimáticos importantes para el desarrollo de productos industriales (Lujan *et al.*, 2021).

En la actualidad forma parte de la categoría de papaya inexplorada o subestimada, el siglalón es parte de una planta aislada que generalmente se produce solo en pequeñas plantaciones artesanales donde los propietarios valoran el producto por sus propiedades; se denomina aislada, considerando no sólo el bajo rendimiento,

sino también la forma ineficiente de su aprovechamiento, no sólo del fruto en sí, sino también de sus metabolitos secundarios. El siglalón, un árbol frutal andino, se produce con moderación; la demanda limitada o la producción desigual dificultan su uso en la gastronomía (Cárdenas, 2021).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se aplicaron experimentaciones para analizar las propiedades organolépticas del siglalón obteniendo tres pruebas experimentales. Para lo cual se utilizaron ingredientes como siglalón, harina, huevo, azúcar, levadura, mantequilla, polvo de hornear, entre otros. A su vez, se incluyó el uso de equipos como horno eléctrico, batidora de mano y balanza. En cuanto a la formulación de la primera experimentación tal como se menciona en la tabla 1, se elaboró la masa pesada cuatro cuartos empleando el 2 % de la pulpa del siglalón.

Así mismo, se desarrolló la segunda experimentación con la formulación galletas de mantequilla correspondiente a un 1 % de mantequilla, 1,5 % de azúcar, 5 % de harina y 1 % de pulpa de siglalón. Por último, se consideró una tercera experimentación la elaboración de una crema pastelera como relleno en panes para lo cual se aplicó un 5 % pulpa de siglalón, 1,5 % huevos y 0,5 % de fécula de maíz.

El proceso de elaboración de cada una de las experimentaciones comienza con la puesta a punto de los ingredientes. Para la obtención de una torta cuatro cuartos se inician empleando la técnica del cremado (mantequilla y azúcar) para luego añadir poco a poco los huevos y la pulpa de siglalón. Una vez integrada la mezcla, se agregan los ingredientes secos con movimientos envolventes hasta incorporar la preparación. Finalmente, se lleva la

preparación a un molde para la cocción en el horno eléctrico a 180 °C por 35 minutos.

Con respecto al proceso de las galletas de mantequilla, primero se integra la pulpa del siglalón, la mantequilla, la harina y el polvo de hornear después, se lamina la masa a un grosor de 0,4cm y se deja reposar por 15 minutos en refrigeración para luego cortarla en la forma deseada. Por último, se colocaron las galletas en latas para su respectiva cocción en horno eléctrico a 160 °C por 20 minutos. Como experimentación final se detalla el proceso de la crema pastelera la cual consiste en infusionar la pulpa de siglalón con la vaina de vainilla para luego reservar una parte de la pulpa y diluir la fécula de maíz. La segunda parte del proceso consiste en integrar las yemas de huevo junto con el azúcar y la dilución de la fécula de maíz para después incorporar la leche infusionada hasta obtener una mezcla homogénea y reservar.

Por otro lado, se incluyó en la evaluación sensorial una encuesta. La cual

se estructuró con una escala hedónica para estimar los atributos correspondientes a las características organolépticas (color, olor, sabor y textura) de las pruebas experimentales, donde: 1 correspondía a “no me agrada”, 3 “ni me agrada ni me desagrada”, y 5 “me agrada mucho”. La presente evaluación de preferencia se desarrolló con adultos de entre 28 y 60 años a los cuales se les indicó el desarrollo de la encuesta, además se consultó si estaban de acuerdo con participar. Al momento de dar inicio se entregó la hoja con la escala hedónica a evaluar, así como un vaso con agua y las muestras correspondientes a las 3 experimentaciones ya mencionadas anteriormente. Se explicó el procedimiento correcto al momento de realizar la evaluación de las muestras además de indicar como se realiza el llenado de la hoja donde consta la escala hedónica. Una vez finalizada la evaluación sensorial se procedió a la recopilación y análisis de la información obtenida.

**Tabla 1.**

*Formulación de las experimentaciones desarrolladas con la pulpa del siglalón*

| Experimentación 1 Torta<br>cuatro cuartos |          | Experimentación 2<br>Galletas de mantequilla |          | Experimentación 3<br>Crema pastelera |          |
|-------------------------------------------|----------|----------------------------------------------|----------|--------------------------------------|----------|
| Ingrediente                               | Cantidad | Ingrediente                                  | Cantidad | Ingrediente                          | Cantidad |
| Pulpa de Siglalón                         | 20 g     | Pulpa de Siglalón                            | 30 g     | Pulpa de Siglalón                    | 500 g    |
| Harina                                    | 250 g    | Harina                                       | 300 g    | Azúcar                               | 125 g    |
| Mantequilla                               | 250 g    | Mantequilla                                  | 30 g     | Huevos                               | 100 g    |
| Huevos                                    | 250 g    | Azúcar                                       | 45 g     | Vaina de vainilla                    | 1 u      |
| Azúcar                                    | 250 g    | Esencia de vainilla                          | 1 g      | Fécula de maíz                       |          |
| Esencia de vainilla                       | 1 g      | Polvo de hornear                             | 3 g      |                                      |          |
| Polvo de hornear                          | 5 g      |                                              |          |                                      |          |

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis de la diversidad de especies, se puede determinar el desconocimiento y uso de un fruto por su historia, tallos, hojas, flores, frutos y su valor nutritivo, para determinar las características por color, olor, sabor y textura, el mismo es investigado y desarrollado una parte importante de las propiedades mencionadas, las mismas que fueron incluidas en el desarrollo del trabajo.

Según los resultados obtenidos a través del análisis sensorial, se codificaron 3 muestras correspondientes a las experimentaciones realizadas, identificándose de la siguiente manera: la torta cuatro cuartos como la muestra (a), las galletas de mantequilla como la muestra (b) y la crema pastelera como la muestra (c), evaluando los atributos de cada producto. Obteniendo como producto de mayor agrado a la muestra (c) con un 85 %. Así como se detalla en la tabla 2.

Los resultados de aceptación sensorial en la muestra (c) con 85 % de preferencia son consistentes con estudios de Salas (2021), quien señaló que los productos de frutas tropicales

suelen destacarse por su sabor agradable y su potencial como innovaciones gastronómicas. Sin embargo, el puntaje bajo en las muestras (a) y (b) podrían estar relacionadas con la alta presencia de taninos en el siglalón debido a la técnica de cocción empleada, como sugirió (Otero-Lamas, 2012), afectando su aceptación en cuanto al sabor.

La incorporación del siglalón en productos panificados refuerza las propuestas de Grosso y Ribero (2021), quienes destacaron la necesidad de promover frutas subutilizadas en la cocina, como parte de la preservación de biodiversidad y promoción de especies menos comerciales. Este enfoque no solo resalta su valor culinario, sino que podría incentivar su cultivo en mayor escala (Sanmartín y Carpio, 2024).

La necesidad de reducir los taninos para optimizar sus atributos organolépticos fue también discutida por Andrade (2013), quien sugirió técnicas como la fermentación controlada para disminuir compuestos que podrían ser responsables de ciertas limitaciones en el perfil sensorial.

Tabla 2.  
*Valores correspondientes al análisis de atributos de las experimentaciones evaluadas*

| Categoría                    | Muestra (a) | Muestra (b) | Muestra (c) |
|------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| No me agrada                 | 5%          | 20%         | 4%          |
| Ni me agrada ni me desagrada | 15%         | 7%          | 11%         |
| Me agrada mucho              | 80%         | 73%         | 85%         |
| Total                        | 100%        | 100%        | 100%        |

Las características organolépticas de la fruta, adquirieron como resultado una fruta altamente aceptada por el consumidor. Debido a que a través de la investigación se desarrollaron varias preparaciones aplicando la fruta siglalón, sin embargo, la evaluación de características organolépticas arrojó que tuvo buena aceptación a través de los consumidores seleccionados. Después del análisis organoléptico se procede a la aplicación de la fruta en las preparaciones antes mencionadas. Lo que permite la absorción de la papaína, una enzima digestiva que se encuentra únicamente en las frutas pertenecientes a la familia Caricaceae (Lujan *et al.*, 2021).

## CONCLUSIONES

La presente investigación muestra la innovación en la panificación reflejada en las tres propuestas desarrolladas (torta cuatro cuartos, galletas de mantequilla y crema pastelera) demostraron que el siglalón puede ser incorporado exitosamente en productos de panadería, destacando su valor culinario y nutricional.

En cuanto a la aceptación sensorial fue positiva. La crema pastelera fue el producto mejor valorado, con un 85 % de aceptación. Esto evidencia el potencial del

siglalón para cautivar a los consumidores por sus características organolépticas como sabor y textura.

Así también se mencionan las limitaciones y propuestas de mejora a pesar de que las preparaciones tuvieron aceptación, se identificó la necesidad de reducir el contenido de taninos presentes en el siglalón para mejorar ciertos atributos como el color y sabor, aumentando así la aceptación general.

De igual forma el aprovechamiento gastronómico y cultural se refuerza al realizar mencionada investigación, la importancia de preservar y promover el cultivo del siglalón, no solo por su valor nutricional, sino también como un recurso para innovaciones gastronómicas que pueden revitalizar su consumo en Ecuador y en otros mercados.

Como puede observarse la sostenibilidad y biodiversidad se ve reflejada en la aplicación del siglalón al fomentar el rescate de frutas subutilizadas, contribuyendo a la biodiversidad y sostenibilidad agrícola. Esto abre oportunidades para el desarrollo de nuevos productos y mercados enfocados en alimentos tradicionales e innovadores.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, T. P. (2013). Elaboración de macerados con frutas orientales ecuatorianas para mixiología [Tesis de licenciatura, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo <https://dspace.esPOCH.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/c00f603a-7387-4aac-bff1-404333c8ad14/content>
- Auquínivín, E. A., y Paucar, L. M. (2020). Estudio comparativo de las características fisicoquímicas y vida útil de las papayas nativas, "papayita de monte" (*Carica pubescens* Lenné & K. Koch) y "babaco" (*Carica pentagona* Heilborn) (Caricaceae) deshidratadas mediante liofilización. *Revista del Museo de Historia Natural. Arnaldoa*, 27(1), 115–128. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9475933>

- Cárdenas, M. L. (2021). Influencia de la temperatura de almacenamiento en las características físicas, químicas, índice de madurez, tiempo de madurez de consumo y tasa de transpiración en la papayita nativa (*Carica pubescens*) [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional José María Arguedas]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional José María Arguedas. <https://repositorio.unajma.edu.pe/handle/20.500.14168/646>
- Espinosa, I., y Abedini, W. (2016). Germinación, microinjertación y cultivo de callos in vitro de *Vasconcellea stipulata* V.M. Badillo y *Vasconcellea pubescens* A.DC [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de la Plata]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional de La Plata. <https://doi.org/10.35537/10915/53339>
- Grosso, M. G., y Ribero, A. C. (2021). Procesos de deshidratado para el aprovechamiento del carambolo y la pitaya en la elaboración de productos gastronómicos [tesis de pregrado, Universidad Autónoma de Bucaramanga]. Repositorio de la Universidad Autónoma de Bucaramanga. <https://repository.unab.edu.co/handle/20.500.12749/13837?show=full>
- León-Yáñez, S., Valencia, R., Pitman, N., Endara, L., Ulloa, C., y Navarrete, H. (2011). Libro Rojo de Plantas Endémicas del Ecuador, 2ª edición. In Publicaciones del Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Lujan, I. B., Cabezas, Y. R., Ccaccya, R. A., Quijano, C. A., Pardo, F. T., y Carrión, L. H. (2021). Efecto de temperatura y almidón de papa nativa sobre la viscosidad y ácido ascórbico del néctar de *Carica pubescens*. *Revista Científica Guacamaya*, 6(1), 1–19. <https://revistas.up.ac.pa/index.php/guacamaya/article/view/2416>
- Otero-Lamas, B. (2012). Nutrición. (1ª edición) Red Tercer Milenio.
- Romero, J. A., Mejía, J. A., Carballo, A., López, A., Ávila, C., y Rangel, J. A. (2013). Latencia y longevidad de semillas de *Carica papaya* L. y *Vasconcellea cauliflora* Jacquin. In Ciencia y Tecnol. Agrop. México (Vol. 1).
- Salas, M. E. (2021). Estudio de la diversidad genética del género *Vasconcellea* (Brassicales: Caricaceae) en tres provincias de la Sierra Norte del Ecuador [Tesis de ingeniería, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio Institucional Universidad Central Del Ecuador. <https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/d0b085e1-fc33-441b-b422-1c3cc382700d>
- Sanmartín, A. A., y Carpio, S. D. (2024). Aplicación de técnicas de preparación de conservas de frutas de la familia de las caricáceas: babaco (*Carica Pentagona* L.) y chamburo (*Carica Pubescens* L.), para su comercialización [Tesis de maestria, Universidad de Cuenca]. Repositorio Institucional Universidad de Cuenca <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/43679>
- Scheldeman, X., Van, P., Ureña, J. V., y Romero, J. P. (2004). Horticultural potential of Andean fruit crops exploring their centre of origin. *Acta Horticulturae*, 598. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2003.598.14>

Vidal, L. V., Finot, V. L., Mora, K. D. C., y Venegas, F. A. (2009). Características físico-químicas del látex de papayuelo (*Vasconcellea cundinamarcensis badillo, caricaceae*). *Informacion Tecnologica*, 20(6). 93-103. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642009000600012>

#### **Declaración de roles de autores**

- Cedeño-Zambrano, A.: Conceptualización; metodología; escritura y administración de proyecto.
- López-López, K.: Metodología, análisis estadístico, escritura y administración de proyecto.
- Salazar-Rodríguez, B.: escritura y administración del proyecto.
- Zea-Álvarez, O.: Revisión y edición.
- Poveda-Anchundia, T.: Revisión y edición.

#### **Financiamiento de la investigación/ Agradecimientos**

El artículo de investigación contó con autofinanciamiento de los investigadores.

# Historia actualizada del pisco

## *Updated history of pisco*

 Ernesto Ramírez

ramirezcastilloe@gmail.com 

Universidad Le Cordon Bleu. Lima, Perú

Recibido: 28/07/2024

Revisado: 20/08/2024

Aceptado: 08/10/2024

Publicado: 10/01/2025

### RESUMEN

El documento explora el origen y evolución del pisco, destacando su historia desde el cultivo de la vid en el Perú y Chile durante el siglo XVI. Perú, gracias a condiciones climáticas favorables, registra el primer vino sudamericano en 1539, mientras que Chile documenta destilación de aguardiente desde 1586. Sin embargo, se cuestiona la autenticidad de algunos registros chilenos por falta de evidencia documental. El nombre “pisco” proviene de la región peruana de Pisco, conocida por sus aves y su puerto, donde se envasaba el aguardiente en botijas llamadas “piscos”. Documentos peruanos de 1613 y 1712 confirman el uso temprano del término, mientras que Chile adoptó el nombre siglos después, incluso renombrando un pueblo como “Pisco Elqui” en 1936 para legitimar su producción. La disputa por la denominación de origen se intensifica con investigaciones que destacan la exportación histórica del pisco peruano a mercados como Guatemala y Chile. Aunque Chile desarrolló su propia industria, lexicógrafos chilenos del siglo XIX reconocen el origen peruano del pisco. El documento concluye que, más allá de la controversia, la investigación enriquece la historia y calidad de este destilado.

**Palabras clave:** Pisco, aguardiente, Perú, destilación, vino, Chile.

### ABSTRACT

The document examines the origin and evolution of pisco, highlighting its history from the cultivation of grapevines in Peru and Chile during the 16th century. Peru, benefiting from favorable climatic conditions, recorded the first South American wine in 1539, while Chile documented the distillation of aguardiente (a grape spirit) as early as 1586. However, the authenticity of some Chilean records is questioned due to a lack of documented evidence. The name “pisco” comes from the Peruvian region of Pisco, known for its birds and port, where the spirit was stored in clay jars called “piscos.” Peruvian documents from 1613 and 1712 confirm the early use of the term, while Chile adopted the name centuries later—even renaming a town “Pisco Elqui” in 1936 to legitimize its production. The dispute over the spirit’s designation of origin intensified with research showing Peru’s historical exports of pisco to markets like Guatemala and Chile. Although Chile developed its own industry, 19th-century Chilean lexicographers acknowledged the



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) International License

Rev. Investigaciones ULCB. Ene - Jul.12(1), 2025; ISSN: 2409 - 1537;42-54

Peruvian origin of pisco. The document concludes that, beyond the controversy, ongoing research enriches both the history and quality of this distilled spirit.

**Keywords:** Pisco, agua ardiente, Peru, distillation, wine, Chile.

Cuando se escucha la palabra historia, probablemente se piense en libros antiguos, monumentos u hombres sabios narrando crónicas del pasado, pero al revisar los conceptos tal cual, la historia del hombre empieza con la invención de la escritura, dejando todo lo que sucedió antes de este evento como prehistoria; esto puede sonar como un simple punto de partida, pero la verdad es que sirve para construir la principal base de esta ciencia: “el lenguaje escrito”. El Consejo Regulador del Pisco (CRDOPISCO) plantea que aquello que no está escrito, no ha sucedido. El periódico, un magazine, documentos legales, los relatos de un viajero o las cartas de amor de dos amantes, mientras estén escritos y puedan dar referencias al hecho investigado, serán una fuente importante, mientras que las tradiciones orales, las odas o cuentos solo tendrán peso desde el momento en que alguien las plasma en papel. Dejando esto por sentado, se pretende recopilar toda la información que se tiene sobre el Pisco hasta el año 2024 junto a las investigaciones presentadas en el vecino país del sur, en su intento por reclamar el origen de este famoso destilado.

### Cultivo de la vid

Para hacer aguardiente de vino, se necesita vino y para el vino se necesita la vid, y aunque la lógica dicta que la sangre de cristo debió producirse primero en la Nueva España y zonas conquistadas antes que el Perú, el clima (tropical) y las plagas locales fueron el principal promotor para que el vino fuera mayormente traído del viejo mundo, esto hasta la conquista del

Perú, tal y como relata el Padre Joseph Acosta en su libro Historia Natural y Moral de las Indias escrita entre 1572 – 1587.

*En las islas y Tierra Firme no se da vino ni uvas; en la Nueva España hay parras y llevan uvas, pero no se hace vino. La causa debe ser no madurar del todo las uvas, por razón de las lluvias que vienen por julio y agosto, y no las dejan bien sazonar; para comer solamente sirven. El vino lo llevan de España o de las Canarias; y así es en lo demás de Indias, salvo el Perú y Chile donde hay viñas y se hace y muy bueno (De Acosta, 1590).*

Entonces según Acosta tanto Perú como Chile hacían vino a finales del siglo XVI, pero - ¿En qué país se hizo primero? - Perú por su cercanía al Ecuador debería tener el mismo clima de sus vecinos del norte, es decir un clima caluroso y de intensas lluvias, pero las frías aguas de la costa peruana que posteriormente serían bautizadas como la Corriente de Humboldt, crearon en el centro y sur del virreinato condiciones inmejorables para el desarrollo y la correcta maduración de las vides para su transformación en vino. Es Guillermo Toro-Lira quien en su obra Las Viñas de Lima (2018), sitúa el primer vino del Perú (y por ende de América del Sur) en el año 1539, de la mano de la mano de Hernando de Montenegro quien sería alcalde de la Ciudad de los Reyes (Lima) hasta en tres oportunidades y quien posiblemente sería el padre de la vitivinicultura sudamericana. Cabe resaltar que para el Cónsul Carlos Buller (2021) este nacimiento no fue

exclusivo de la Ciudad de los Reyes, sino que en paralelo en otras ciudades del Perú también se pudo estar desarrollando vino alrededor de los mismos años.

### Primeros vestigios de destilación

El documento más antiguo que refiere a la destilación (de aguardiente) en el Perú data del 18 de noviembre

de 1587 en la Villa de Valverde (Ica), donde tras una disputa entre Manuel de Azante y Jorge Capelo, este último exigiría la devolución de su caldera que había entregado en favor de la compañía, mientras que Azante reclamaría a su compañero le devuelva mucha cantidad de vino y aguardiente que había proporcionado con el mismo fin.



**Figura 1.** Vestigio más antiguo de destilación en el Perú

Fuente: Archivo general de la nación

Posterior a este hecho el documento que por mucho tiempo fue considerado la partida de nacimiento del destilado peruano, fue el testamento de Pedro Manuel El Griego, documento redactado un 30 de abril de 1613 donde dicho personaje estipula los bienes que deja a sus herederos:

*...más treinta tinaxas de burney llenas de agua ardiente que ternan ciento y setenta botixuelas de agua*

*ardiente más un barrill lleno de agua ardiente que terna treinta botixuelas de la dicha agua ardiente... más una caldera grande de cobre de sacar agua ardiente con su tapa e cañon dos pultayas la una con que passa el cañon y la otra sana que es mas pequeña que la primera... más siete tinaxas de burney y de sangley bacias... (Huertas, 2008).*



**Figura 2.** Testamento de Pedro Manuel el Griego

Fuente: Cronología de la Producción de Vino y Pisco

Aunque parezca increíble, Chile tiene documentación más antigua de destilación y ésta data de 1586 (Muñoz, 2014) con el testamento de María de Niza, una mujer que al casarse por segunda vez redactaría este documento donde destaca la presencia de un “alambique de sacar aguardientes” que muy probablemente fue ampliamente utilizado por su primer compromiso, al ser este boticario (el aguardiente era más utilizado en estas épocas como remedio, antes que su consumo recreativo). Este documento es de suma relevancia pues para muchos historiadores chilenos destaca la temprana aparición de alambiques en la zona, en comparación con el Perú donde se sigue hablando de “pailas aguarrienteras” hasta bien entrado el siglo XVII. De éste y otros documentos es concebida la famosa tabla elaborada por Pablo Lacoste, donde figuran los alambiques registrados entre Chile y Argentina desde el siglo XVI donde se confirma que la destilación sería una práctica bastante extendida.

Entonces ¿Por qué dudar que el origen de la destilación en América se dio en Chile? Mientras los descubrimientos peruanos siempre son acompañados de las fotografías de los documentos originales que son de completo dominio público, no se han encontrado rastros del dichoso testamento de María de Niza a pesar de las solicitudes hechas a los historiadores que lo han investigado. Aunque esto no constituye una prueba de falsedad, sí llama poderosamente la atención la temprana aparición de alambiques en el sur americano, ya que la palabra alambique parece no haber sido de amplia difusión en estas épocas. Libros como el de Diego de Santiago de 1598 (posterior al supuesto testamento) hablan de la destilación de medicinas y en sus casi 80 páginas no se utiliza en ninguna oportunidad la palabra alambique. Otros libros como “Notas para la historia de la destilación” (Otero de la Gánara, 2006), en el capítulo 7 titulado Evolución del Alambique, se hace una precisión importante con relación al tema.

**Tabla 1.**  
*Alambiques registrados en Chile y Cuyo, siglos XVI a XIX*

| Jurisdicción                     | S. XVI | S. XVII | S. XVIII | S. XIX | Total |
|----------------------------------|--------|---------|----------|--------|-------|
| Coquimbo y Copiapó               | -      | 5       | 39       | 3      | 47    |
| Valle del Aconcagua y Valparaíso | -      |         | 10       | 28     | 38    |
| Santiago                         | 1      | 4       | 17       | 23     | 45    |
| Colchagua                        | -      | -       | 3        | 12     | 15    |
| Maule y Concepción               | -      | 1       | 14       | 3      | 18    |
| Mendoza                          | -      | 4       | 14       | 29     | 47    |
| San Juan                         |        | 1       | 90       | 25     | 106   |
| Total                            | 1      | 15      | 187      | 123    | 326   |

Fuente: Lacoste *et al.*, 2016

A continuación, se presta atención a diferentes variantes de alambiques, en los que no se modifica su concepto básico, y se pone de manifiesto las posibilidades de las nuevas técnicas de conformado de metales. No ha sido posible ordenarlos de acuerdo con los años en los que se utilizan por primera vez, porque la información disponible no lo permite, aunque se puede comentar que se ha desarrollado prácticamente entre finales del siglo XVIII y principios del XX (p. 107).

La aparición de alambiques en Chile, parece ser más temprana que en el resto del mundo, y aunque ya desde 1521 se consumía Orujo de Galicia, la alquitara (instrumento de destilación) parece no haber dejado vestigios de su tránsito por ninguno de los virreinos de América; mientras que, aunque se critique al Perú por el uso de pailas aguarrenteras, parece ser que históricamente sería lo más correcto.

**Pisco: el lugar**

Nicolás de Ribera el viejo, uno de los trece del gallo y primer alcalde de Lima se le atribuye la fundación de Sangallán en Pisco (Real Academia de la Historia, 2024), proponiendo incluso dicha ciudad como la capital del futuro virreinato, acción desestimada por Pizarro y que llevó a Lima a cumplir dicho papel.

El virrey Francisco de Toledo ordenó habitar un pueblo en Pisco con el título de “Santiago de Caballeros” tal y como se muestra en el manuscrito de tres folios, fechado el 13 de julio de 1571 los dos primeros, y el 10 de febrero de 1575 el tercero, firmados en la Ciudad de Los Reyes (Lima), lo cual constituiría el primer documento que referencia a dicho poblado

[Folio 1] Todos los aquí firmamos nuestros nombres poblaremos el pueblo de Pisco que Su Excelencia

manda poblar, haziéndonos manera conforme a los capítulos que se hizieron para que aya el efeto conuiniente para el aumento y fundación del pueblo (Archivo General de las Indias).

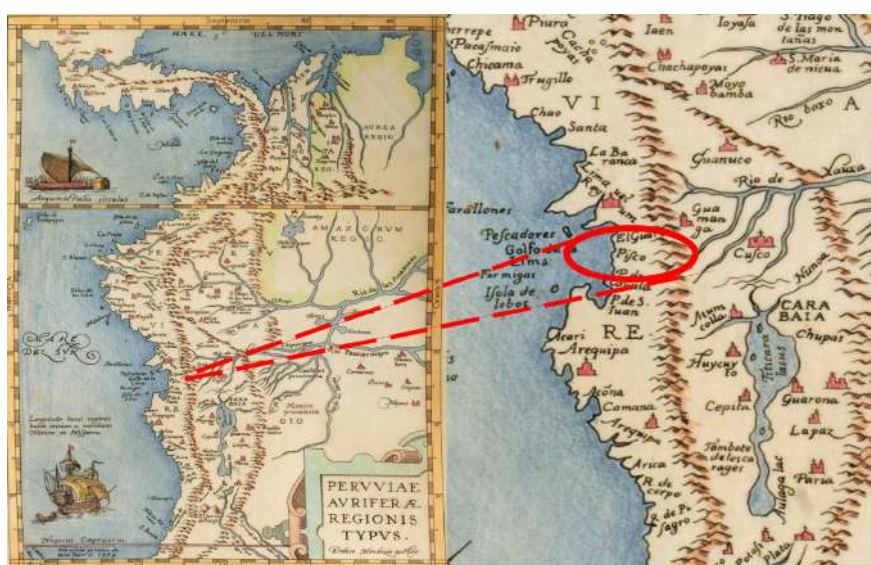
Y aunque este no sería el último nombre (español) que tendría la ciudad, para los nativos esta zona sería desde siempre (incluso antes del incanato) conocida como Pisco, debido a la gran cantidad de aves que habitaban la zona, que incluso terminó bautizando también a su gente como “los piscos”. Una de las primeras pruebas de lo expuesto es el mapa de Diego de Méndez de 1584.

El Puerto de Pisco no solo le daría el nombre al aguardiente por ser uno de los principales puertos del virreinato, sino por las botijas en las que se envasaría que, aunque en un inicio se llamaban peruleras, los alfareros pisqueros influyeron en que estos también fueran llamados piscos; hasta hoy se puede escuchar en Ica la frase: “Dame pisco de pisco en pisco” haciendo referencia a la bebida, a su origen y a las botijas (Caballero, 2008).

Para nadie es secreto que el origen de la ciudad de Pisco - Elqui en Chile tiene mucho menos de un siglo (1936), y nace de un movimiento desesperado porque el producto que ya comercializaban con dicho nombre, tuviera algún vínculo topográfico comparado con el ya famoso destilado peruano; pero - ¿Quién sería el gestor de dicha empresa? - La respuesta se encuentra en las Memorias del Expresidente Chileno Gabriel Gonzáles Videla:

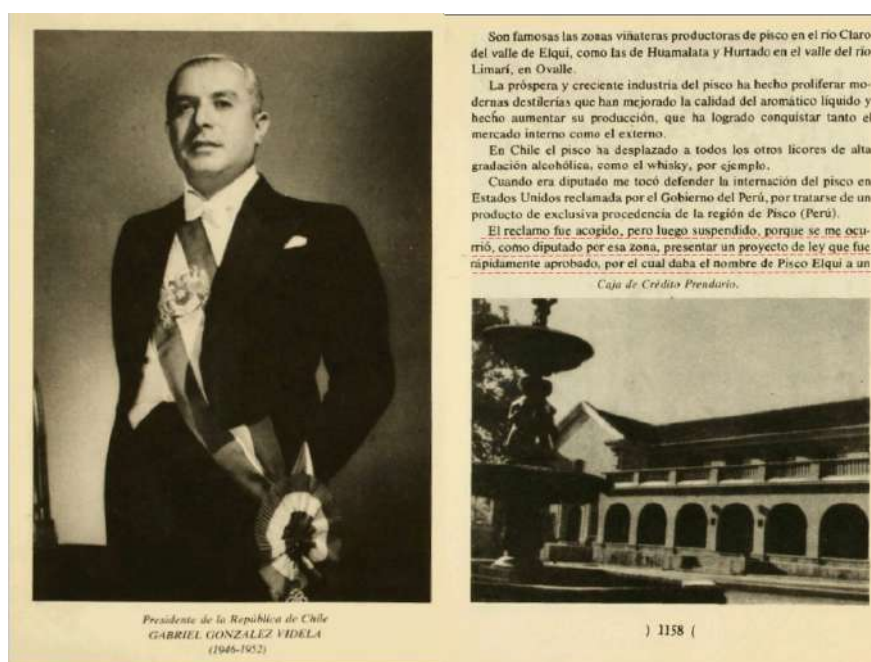
Cuando era diputado me tocó defender la internación del pisco en Estados Unidos reclamada por el Gobierno del Perú, por tratarse de un producto de exclusiva procedencia de la región de Pisco (Perú).

El reclamo fue acogido, pero luego suspendido, porque se me ocurrió, como diputado por esa zona, presentar un proyecto de ley que fue rápidamente aprobado, por el cual daba el nombre Pisco Elqui a un pueblecito de esa región llamado La Unión. Y así el pisco chileno Pisco Elqui tuvo libre entrada en los Estados Unidos (Videla, 1975).



**Figura 3.** Peruviae Auriferae Regionis Typus. Diego Méndez (1574)

Fuente: Wikipedia



**Figura 4.** Fotografías del libro *Memorias de Gonzales Videla*

Fuente: *Memorias de Gonzales Videla*

Aunque el mismo Gonzales Videla, dice que esta iniciativa fue muy bien recibida por los elquinos, también se conocen testimonios de pobladores que nunca aceptaron el cambio de nombre, sabiendo que esto se debía más a una movida comercial, restando importancia al origen histórico del nombre de la Unión:

Naturalmente no llamaré nunca a La Unión por Pisco-Elqui, triste ocurrencia de algún coquimbano que quiso reírse del lindo pueblo a lo tonto. Algún día hemos de devolverle su apelativo que apunta a la conjunción de los dos ríos. Yo sé que en ciertas casas bailaron y cantaron aquel fallo extranjero como una fiesta, y me alegró saberlo, pero de una alegría con dejo amargo (Mistral, 2004).

En este punto específico no hay absoluta discusión sobre cuál fue el lugar que le dio origen a dicho destilado, y aunque en algún momento de la historia,

los paisanos de Neruda argumentaron que el nombre “Pisco” no lo tomaban de la zona en que se producía sino en el puerto donde se destinaba, tal y como se da en Portugal con el Porto, que es vendimiado en el Alto Douro, madurado en Vila Nova de Gaia y comercializado en Porto... todo esto se da dentro de los límites del mismo país y no en un puerto fuera de los límites de su territorio; quizás por ello es que esta idea fue desechada con los años.

### El nombre pisco

El origen etimológico, lexicográfico, topográfico y hasta cultural de la palabra PISCO, es ampliamente estudiada por Cesar Ángeles Caballero en su obra *La Peruanidad del Pisco* (2008) publicada mucho antes de que la disputa por este aguardiente se hiciera pública; sin embargo, la discusión no viene por el origen de la palabra, sino de cuándo fue la primera vez que ésta fue usada para referirse al destilado bandera. Para el historiador Lorenzo

Huertas el término “pisco” utilizado en la época colonial sería una especie de jerga para lo que legalmente se definiría como aguardiente de vino de la región de Pisco; lo que explicaría la dificultad para encontrar documentos legales alusivos a dicha bebida como pisco, siendo por mucho tiempo la referencia más antigua para esta bebida la dejada por William B. Stevenson quien en 1814 al pasar por el puerto de Pisco, además de mencionar la excelente calidad del producto, los volúmenes de producción y los envases de arcilla cocida en los que se almacena indica que: “El aguardiente generalmente llamado pisco, pues debe su nombre al lugar donde es hecho, es de buen sabor y sin color” (Stevenson, 1972).

El silencio histórico de casi de más de 200 años entre los primeros indicios de destilación hasta la prueba escrita que a dicho destilado se le llamaba pisco, fue roto por el descubrimiento del inventario de la hacienda La Torre en Chile donde se lee claramente sin tener recurrir a un paleógrafo o similares: “por tres botijas de Pisco”. En su momento este descubrimiento fue tan importante para Chile que se realizó toda una investigación que concluyó en un documental y un libro donde curiosamente no parece dársele la relevancia a dicho documento, relegado a aparecer en los anexos. (Lacoste, 2016). No pasó mucho tiempo para que el embajador de Perú en Bruselas Gonzalo Gutiérrez, con el documento en mano, despotricara por completo el gran descubrimiento chileno notando algo que probablemente para los ojos del resto de los mortales pasaría inadvertido, una simple y sencilla mayúscula. La palabra Pisco en dicho enunciado inicia en mayúscula, por lo que se entiende que no hace referencia al contenido sino a su origen Pisco en Perú,

esto además confirmado líneas abajo donde el mismo inventario menciona “...por cinco cañones para sacar aguardiente...”, pero se supone que ahí ya hacían pisco, entonces por qué se referirían a los implementos utilizados como instrumentos para hacer aguardiente. El mismo Gonzalo Gutiérrez menciona vínculos entre dicho fundo y la hacienda Condor en el Valle de Pisco (Perú), siendo Francisco Cortés de Monroy el dueño y primo hermano de Pedro Cortés Monroy y Mendoza, quien era en esos momentos propietario de dicho fundo, reforzando la idea de que las famosas botijas venían de Pisco (Gutierrez, citado por Sánchez 2018).

Años más tarde el mismo Gonzalo Gutiérrez presentaría pruebas de que en el Perú se vendía aguardiente de Pisco desde 1726 enterrando por completo los documentos del fundo La Torre como los más antiguos haciendo referencia a dicho destilado, pero un nuevo descubrimiento en el país de la estrella solitaria remecería la historia de este destilado de uva y esta vez con argumentos más sólidos: El Inventario de 1717 ya no referiría a tres sino “veinticinco botijas de pisco” y sí, tal y como lo leen con letras minúsculas, descartando por completo el argumento de una referencia geográfica. Aquí es donde entra el ojo experto del Cónsul Carlos Buller para ver más allá de lo evidente en el documento completo y, claro, lo primero que resalta a la vista es que el inventario es de Alhué, una zona cerca a Santiago donde no parece haberse producido dicho aguardiente, lo que se confirma al no encontrarse ningún otro referente a equipo de producción o destilación de vino, más lo que sí tiene mucha mención en el documento son los “cordovanes peruleros” (telares) que aparecen línea tras línea en la

única página a la que se ha tenido acceso, por lo que es muy fácil deducir que dicho inventario no pertenecía a un productor sino a un importador de productos peruanos, entre los que se encuentra obviamente el pisco (Buller, citado por Gutiérrez 2021).

Pero las investigaciones no han parado aquí, pues nuevamente Gonzalo Gutiérrez, en el libro *Pisco: its Name, its History*, trae una mención histórica aún más antigua, esta vez en los intercambios comerciales con la Capitanía de Guatemala, con la cual el virreinato del Perú tenía una compra y venta de productos relativamente libre, hasta inicios del siglo XVII donde incluso el 18 de mayo de 1615, se prohibiría explícitamente la importación de vinos del Perú, buscando mantener el monopolio comercial de España con sus colonias. Esto trajo muchas quejas al no poder abastecerse correctamente el mercado centroamericano,

por lo que una Real Cédula del 21 de mayo de 1685 permitiría el ingreso de vinos y otros productos peruanos por un período de tres años (pudiéndose ampliar el plazo), aunque con algunas restricciones. Estas limitantes hacían que algunos barcos peruanos partidos del Callao, llegaran primero a Acapulco, para luego ser reembarcados en el mismo vehículo hasta la Capitanía General de Guatemala. En este contexto es que el caballero Juan de Recalde adquiriría la carga de la embarcación llamada “Nuestra Señora de la Soledad” llegada del Callao en 1712, y solicitaría a las autoridades portuarias el poder partir de Acapulco a Guatemala, siendo aprobada dicha solicitud un 19 de noviembre de 1712 donde declaró entre todos los productos:

*“...A diez pesos por cada botija de aguardiente de pisco”* (Gutiérrez, 2021)



**Figura 5.** Registro de la Fragata “Nuestra señora de la Soledad”

Fuente: *Pisco: its Name, its History*, p. 46

Obviamente, este no es el único documento en dicha publicación, muchos más registros a lo largo del siglo XVIII confirmarían que donde se debe buscar - si se quiere estudiar la historia del pisco - es en las aduanas, pero el silencio de exportaciones que hubo entre Guatemala y el Perú de casi un siglo haría que, muy probablemente, la mejor opción para la búsqueda de esa información sería en las aduanas chilenas, y es que el vecino

país del sur, siempre ha sido un gran consumidor del destilado peruano, incluso hasta la actualidad, habiendo disputado en algunos años el primer puesto con Estados Unidos (Agrodata, 2024) como el principal importador del mismo. Debe tenerse en cuenta que, dada la protección a su denominación de origen, el destilado peruano no puede ingresar con el nombre que le ha sido usurpado. Sin embargo, ¿qué pasaba durante la colonia? - Pablo Lacoste,

autor de “El pisco nació en Chile. Génesis de la primera Denominación de Origen de América” (2016), aporta información relevante tomada de las guías de Aduana, plamadas en el artículo “La vid y el vino en América del Sur: el desplazamiento de los polos vitivinícolas (siglo XVI al XX)” donde dedica hermosas palabras al Perú, la producción de vino y aguardiente: , pero es en la página 78 del libro la que se aporta información relevante tomada de las guías de Aduana.

“Por ello escribían el ingreso de “tantas peruleras de aguardiente de la región de Pisco”, una y otra vez, renglón tras renglón, para llenar libros enteros con estos datos; con la reiteración de las mismas palabras, se comenzaron a usar las apócope: poco a poco fue eliminando “de la región de” y se pasó a escribir “tantas peruleras de aguardiente de Pisco”; luego se eliminó la palabra “aguardiente”, y se pasó a anotar directamente “tantas peruleras de Pisco” (p 78).

Lacoste explica cómo poco a poco se pasó de llamarle aguardiente de Pisco a simplemente pisco, y esto, aunque era fácil deducirlo, se necesita plasmado en papel, para comenzar a tomarlo como cierto; lamentablemente dicha cita no viene con un año o un período en el tiempo, lo que abre la interrogante que invita a continuar investigando: ¿Podría ser que fueran los chilenos quienes pusieron el nombre pisco al destilado peruano? - Y claro, lo que para Lorenzo Huertas era una jerga, no lo sería en Chile una vez que el producto atravesaba las aduanas, y su uso en documentos legales no sería mal visto como sí lo hubiera sido en Perú. Es bueno precisar, que esto no hace a los chilenos dueños del nombre ni quita

a los peruanos el derecho a usarlo. Como ejemplo de estas situaciones está el nombre sherry que los ingleses siguen usando para referirse al famoso vino de Jerez. Dicho nombre viene de la antigua ciudad de Sherish durante la ocupación árabe de la península ibérica y que, tras la expulsión de éstos, cambiaría a Jerez, más los ingleses se quedaron con ese nombre y los españoles no hicieron nada más que incluirlo en su denominación de origen como nombre de su producto.

### ¿Desde cuándo existe el pisco chileno?

Lacoste en su artículo “La vid y el vino en América del Sur: el desplazamiento de los polos vitivinícolas (siglo XVI al XX)” (2004), hace referencia a la destilación del vino en el Valle del Elqui, mas nunca se refiere a estos aguardientes como “pisco”; muchos diccionarios lexicográficos chilenos hacen referencia a la palabra pisco refiriéndose a una bebida originaria del Perú:

- Rudolf Lenz Dazinger, más conocido como Rodolfo Lenz, fue un lingüista, filólogo y folclorista alemán naturalizado chileno, en su “Diccionario etimológico de voces chilenas derivadas de lenguas indígenas americanas”, publicado en 1905, escribe: “...el actual pisco se llamaba aguardiente de Pisco porque de allí y de Ica venía. La provincia de Ica es fértil y rica en viñedos. El nombre de la ciudad ha llegado a ser genérico no menos que el de Cognac, coñac”.
- Don Manuel Antonio Román, fue un sacerdote, lexicógrafo y académico de la lengua chileno, que en su obra “Diccionario de chilenismos y de otras voces y locuciones viciosas” escrito entre 1901 y 1908 diría sobre el aguardiente peruano: “Pisco:

aguardiente muy estimado que se fabrica en el Perú y conocido en todo el mundo. Principió sin duda en el puerto de Pisco y por eso tomó ese nombre.”

- José Toribio Medina Zavala, fue un abogado, bibliógrafo, investigador, historiador y coleccionista chileno, calificado por muchos como el mayor recolector de fuentes para el estudio de la historia de su país, trazaría en su obra “Chilenismos: apuntes lexicográficos” (1928) sobre el Pisco “del pueblo Pisco en el Perú. Aguardiente de uva moscatel de esa procedencia”.

En fechas tan cercanas a la proclamada primera denominación de origen de América (1931), la mayoría de los historiadores chilenos seguían afirmando que el pisco era una bebida oriunda del Perú, por lo que muchos autores peruanos marcan el inicio de la era del pisco sureño con la Guerra del Pacífico, donde los grandes saqueos a las bodegas del sur peruano y con ello grandes volúmenes de destilado atravesando la frontera pudieron inspirar a algunos productores a aprovechar la gran fama que el pisco ya había cosechado en los mercados internacionales y comenzar a imitarlo. Una de las pruebas de ello es el Boletín de la Guerra del Pacífico que publica los informes del encuentro bélico entre ambos países y que, durante la dictadura de Pinochet sería reeditado, celebrando su centenario. En ese boletín destaca un pequeño fragmento que narra el paso de dicho ejército en Ica:

“La brigada a órdenes del coronel don José Domingo Amunátegui partió el 21 de noviembre en dirección a Ica con el objetivo de tomar posesión de ese lugar (...) La ciudad de Ica es un pueblo de siete a ocho mil habitantes; está rodeado de chacaras dedicadas especialmente al cultivo de las viñas que producen el famoso Pisco” (Academia Chilena de la Historia, 1979).

En el informe se lee “el famoso Pisco”, sin hacer ninguna alusión a que en Chile se produjera o que fuese similar al chileno, lo que confirmaría que para ese entonces el histórico destilado chileno no existía, y si hubiese existido, está claro que aún era desconocido para el común de sus pobladores.

El levantamiento de la ley seca en Estados Unidos fue un gran estimulante para “legalizar” todo lo que se estaba haciendo en el valle del Elqui y que la excelente industria vitivinícola chilena fue una gran palanca para que dicho destilado entrara con mucha facilidad a mercados internacionales, con un nombre que ya había alcanzado fama siglos atrás como era el del Pisco peruano.

Las investigaciones sobre el pisco deben haberse quintuplicado en los últimos 30 años, lo que constituye un enorme acicate para continuar explorando en la historia del Perú y en particular, en el destilado cuyo origen se remonta a Pisco.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Academia Chilena de la Historia. (1979). Boletín de la Guerra del Pacífico 1879–1881. Editorial Antártica. [https://books.google.com.pe/books?id=hH\\_BiSV-hYkC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=hH_BiSV-hYkC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false)
- Archivo General de Indias. Patronato 29, R.30. <https://piscopunch.com/2020/04/19/pisco1571/>

- Buller, C. (2020). Apuntes sobre inventario chileno 1717. Ayuda Memoria.
- Buller, C. (2021). La vitivinicultura en el Perú colonial. Editorial Costa de Levante.
- Biblioteca Nacional. (2015). Patrimonio vitivinícola: Aproximaciones a la cultura del vino en Chile. Ediciones Biblioteca Nacional. <https://centropatrimonio.uc.cl/wp-content/uploads/2023/01/Patrimonio-vitivinicola-aproximaciones-a-la-cultura-del-vino-en-Chile-1.pdf>
- Caballero, C. (2008). Peruanidad del pisco y la vendimia (6.<sup>a</sup> ed.). Lima, Perú.
- De Acosta, J. (1954) Historia Natural y Moral de las Indias. Biblioteca de Autores Españoles: Ediciones Atlas. <http://www.fondazioneintorcetta.info/pdf/biblioteca-virtuale/documento1182/HistoriaNatural.pdf>
- Gonzales, G. (1975). Memorias (1.<sup>a</sup> ed.). Editora Nacional Gabriela Mistral. <https://www.memoriachilena.gob.cl/602/w3-article-8770.html>
- Sanchez, C. (2018). El Pisco y su vigencia. Artículos, ensayos, poemas y fotografía sobre el pisco. Torre de Papel Ediciones.
- Gutiérrez, G. (2016). El pisco no nació en Chile. [https://www.academia.edu/43398343/Gonzalo\\_Gutierrez\\_El\\_Pisco\\_No\\_Naci%C3%B3\\_En\\_Chile](https://www.academia.edu/43398343/Gonzalo_Gutierrez_El_Pisco_No_Naci%C3%B3_En_Chile)
- Gutiérrez, G. (2021). Pisco: Its name, its history. The appellation of origin of the spirit of Peru (1.<sup>a</sup> ed.). Editorial AFSDP.
- Huertas, L. (2004). Historia de la producción de vinos y piscos en el Perú. *Universum*, 19(2), 44-61. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-23762004000200004>
- Huertas, L. (2008). Cronología de la producción de vino y pisco: 1548 - 2008. Universidad Ricardo Palma.
- Koo, W. (2024). Pisco Perú Exportación. Agrodataberu.com. <https://agrodataberu.com/category/exportaciones/pisco-exportacion>
- Lacoste, P. (2016). El pisco nació en Chile: Génesis de la primera denominación de origen de América. RIL Editores.
- Lacoste, P. (2016). Cobre labrado, alambique y aguardiente. Chile y Argentina, 1586-1850. *Quinto Sol*, 20(1), 1-29. <https://www.redalyc.org/pdf/231/23145300001.pdf>
- Lacoste, P. (2004). La vid y el vino en América del Sur: El desplazamiento de los polos vitivinícolas (siglo XVI al XX). *Universum: Revista de Humanidades y Ciencias Sociales*, 19(2), 78.
- Mistral, G. (2004). Pensado a Chile: Una tentativa contra lo imposible. Publicaciones del Bicentenario. [https://books.google.com.pe/books/about/Pensando\\_a\\_Chile.html?id=TVIlAAAAMAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.com.pe/books/about/Pensando_a_Chile.html?id=TVIlAAAAMAAJ&redir_esc=y)
- Muñoz, J. (2014). María de Niza, sus dos maridos, familia, viña y alambique. *RIVAR, Revista Iberoamericana de Viticultura, Agroindustria y Ruralidad*, 1(3), 115–126. <https://www.redalyc.org/pdf/4695/469546444007.pdf>

- Otero de la Gandará, J. (2006). Notas para la historia de la destilación. Editorial Tébar Flores. [https://books.google.com.pe/books?id=opMIFKupxPcC&pg=PA107&lpg=PA107&dq=evolucion+del+alambique&source=bl&ots=qj1vuCnBdf&sig=wQ0R2pyOha97XlQTiPrGtfn6vvU&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjW76TY\\_P\\_MAhUITSYKHZHnA2AQ6AEIGjAA#v=onepage&q=evolucion%20del%20alambique&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=opMIFKupxPcC&pg=PA107&lpg=PA107&dq=evolucion+del+alambique&source=bl&ots=qj1vuCnBdf&sig=wQ0R2pyOha97XlQTiPrGtfn6vvU&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjW76TY_P_MAhUITSYKHZHnA2AQ6AEIGjAA#v=onepage&q=evolucion%20del%20alambique&f=false)
- Real Academia de la Historia. (2024). <https://historia-hispanica.rah.es/biografias/38440-nicolas-de-ribera>
- Santiago, D. (1598). Arte separatoria y modo de apartar todos los licores que se sacan por destilación para que las medicinas obren con mayor virtud y presteza. Editorial Francisco Pérez. [https://books.google.es/books?id=75lag0HPNSgC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?id=75lag0HPNSgC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)
- Stevenson, W. B. (1972). Memorias. En Colección Documental de la Independencia de Perú (T. XXVI, Vol. 3, p. 169).
- Toro-Lira, G. (2018). Las viñas de Lima: Inicios de la vitivinicultura americana. Editorial Universidad Ricardo Palma. <https://piscopunch.com/wp-content/uploads/2020/06/las-vic3b1as-de-lima.pdf>

**Declaración de roles de autores**

- Ernesto Ramírez: Conceptualización; escritura, revisión y edición.

**Financiamiento de la investigación/ Agradecimientos**

El artículo de investigación contó con autofinanciamiento del investigador.

# Envejecimiento, radicales libres y antioxidantes

## *Aging, free radicals and antioxidants*

 Eduardo Menéndez-Álvarez<sup>1</sup>

 Gicela Rodríguez-Espino<sup>2</sup>

 Edmme Baguer<sup>3</sup>

edmenendezalvarez@gmail.com 

1.- Universidad Le Cordon Bleu. Lima, Perú

2.- Habana, Cuba

3.- Lima, Perú

Recibido: 28/07/2024

Revisado: 11/09/2024

Aceptado: 04/12/2024

Publicado: 10/01/2025

### RESUMEN

En el artículo se examina el envejecimiento como un proceso biológico multifactorial, intrínseco y progresivo, vinculado a múltiples teorías complementarias. Se destaca el rol central de las especies reactivas de oxígeno (ROS), particularmente los radicales libres, como agentes prooxidantes que generan daño molecular acumulativo en lípidos, proteínas y ADN, promoviendo disfunción celular y organular. La teoría del estrés oxidativo, propuesta por Denham Harman, sugiere que el desequilibrio entre prooxidantes y antioxidantes conduce a la peroxidación lipídica, mutaciones somáticas y senescencia celular. Aunque se han investigado estrategias terapéuticas basadas en antioxidantes endógenos y exógenos (enzimáticos y no enzimáticos), los resultados in vivo sobre longevidad y prevención de enfermedades asociadas han sido inconsistentes, posiblemente debido a la baja biodisponibilidad y efectos pleiotrópicos. Se revisan teorías genéticas como la del “reloj biológico”, junto con la contribución mitocondrial al envejecimiento a través de la disfunción en la cadena de transporte de electrones y acumulación de daño en el ADNmt. El trabajo resalta la necesidad de un enfoque integrador que vincule modelos genéticos, moleculares y ambientales, así como la urgencia de establecer políticas de salud pública basadas en evidencia para abordar el aumento en la población adulta mayor.

**Palabras clave:** Daño celular, estrés oxidativo, homeostasis, longevidad, peroxidación lipídica.

### ABSTRACT

The article presents aging as a multifactorial, progressive biological process shaped by intersecting theories, with special focus on oxidative stress and free radical involvement. The Free Radical Theory of Aging posits that reactive oxygen species (ROS), produced both endogenously and via environmental exposures, induce cumulative molecular damage to lipids, proteins, and DNA impacting cellular and tissue integrity. This oxidative stress contributes to age-related degenerative diseases such as cancer and Alzheimer's. Although antioxidants (both endogenous enzymes and exogenous dietary compounds)



offer protective mechanisms against ROS, empirical evidence on their efficacy in extending lifespan remains inconclusive, largely due to bioavailability challenges and systemic complexity. The article also addresses mitochondrial dysfunction and genomic instability especially mitochondrial DNA mutations as key contributors to aging, proposing a dynamic interaction between genetic regulation, oxidative insults, and physiological decline. Experimental findings from animal models suggest associations between oxidative damage and aging phenotypes, though not always consistent across species. The authors advocate for a comprehensive approach that integrates molecular, genetic, and environmental perspectives, urging evidence based public health strategies to manage the rising aging population. In sum, aging is characterized as a heterogeneous, irreversible process not reducible to a single cause but rather to a complex network of biological mechanisms.

**Keywords:** Cellular damage, oxidative stress, homeostasis, longevity, lipid peroxidation.

## INTRODUCCIÓN

Al referirse a la vejez, se aborda un tema controversial en la actualidad, no solo por lo que significa al no tener una única explicación del proceso y sino porque el número de adultos mayores aumenta cada año, lo que plantea un reto por lo que implican sus tratamientos en el orden social y económico. Ante estas realidades e influenciado por ellas, se plantea el debate centrado en si es considerada la vejez como una enfermedad o no, debate que se ha avivado por la propuesta de la Organización Mundial de Salud (OMS) de actualizar del Manual de Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud (CIE-11), donde se propone sin convocar a expertos gerontólogos, que a partir del 2022. en el capítulo, correspondiente a “Síntomas, signos y hallazgos clínicos”, se reemplace la senilidad y términos relacionados que en el figuraban y que aludían a patologías, por el término “vejez” lo que sugiere algún interés para destacar la patología en el envejecimiento y el manejo de tratamientos y medicaciones.

Resulta importante y útil para muchos profesionales de la salud, estar actualizado en las diferentes corrientes y teorías que abordan el proceso de envejecimiento desde varios puntos de vista, cada uno con sus lógicas (Teoría de los radicales libres, Teoría de la Acumulación de mutaciones, Teoría del Desgaste, Teoría del Soma - desechable, Teoría de la Oxidación-Inflamación, Teoría del Telómero, Teoría Inmunológica, Teoría de la Mitocondria entre otras) en aras de entender este proceso multifactorial, para influir en la calidad de vida de los adultos mayores a partir, en ocasiones de los numerosos cuestionamientos relacionados con el bienestar físico y social (Bloom y Zucker, 2023) al ritmo que están envejeciendo las poblaciones, cada vez es más necesario plantearse políticas de salud enfocadas en la prevención de enfermedades de carácter crónico como la diabetes, obesidad, depresión, entre otras y todo lo que se proponga, debe estar bajo el marco normativo de cada nación que avale las correctas políticas públicas sostenidas en la evidencia científica.

La teoría de los radicales libres cobra mayor importancia cada día para entender el envejecimiento ya que se refiere y propone acerca del daño acumulativo que generan las especies reactivas de oxígeno (ROS) y que deterioran poco a poco en el tiempo a las células y tejidos del cuerpo, provocando el llamado estrés oxidativo, que se ha asociado con enfermedades como el cáncer y el Alzheimer. Junto a las otras teorías, la suma de las reacciones perjudiciales de los radicales libres que ocurren continuamente en las células y tejidos, se responsabilizan con el proceso de envejecimiento o contribuye de forma importante al mismo (Wickens, 2001).

## DESARROLLO

La vejez no será considerada como una enfermedad, por los autores, aun cuando en los ancianos aparecen discapacidades asociadas con las pérdidas de la reserva orgánica y cambios característicos que van a aparecer en diferentes momentos y con diferentes intensidades dependiendo de la variación individual que está relacionada con el tipo de vida previo, sus predisposiciones a algún padecimiento, y que muchas veces se acompaña con enfermedades crónicas que van apareciendo desde la adultez y que de manera acumulativa llegan a la persona mayor (diabetes, reuma, artritis, padecimientos cardíacos entre otros), que será paciente clínico de acuerdo al padecimiento que tenga, independiente de los cambios anatómicos y fisiológicos que se manifiesten, una vez que aumenta la susceptibilidad para enfermar ante el sometimiento de estímulos de baja intensidad, es importante tener en cuenta que anatomía y fisiología deben ser tenidas en cuenta como un par de disciplinas que van condicionándose la una a la otra

(Ribera-Casado y García, 2021 y Miralles *et al.*, 2022).

Existe una relación de cambios paulatinos a partir de los 55 años que a edades más jóvenes pudieran ser consideradas como enfermedades, pero que en estas edades están relacionados con el propio proceso de envejecimiento, así se tiene:

- Cambios en la elasticidad y apariencia de la piel.
- Cambios en la postura y la forma de caminar.
- Debilitamiento de la función pulmonar.
- Debilitamiento de los mecanismos inmunológicos.
- Disminución de la estatura.
- Disminución de la frecuencia cardíaca.
- Disminución de la fuerza muscular.
- Disminución de la memoria.
- Disminución de las funciones sensoriales (auditiva, táctil, sabor, olfato y visual).
- Endurecimiento de paredes arteriales.
- Osteoporosis.
- Pérdida de la adaptación al frío y al calor.
- Reducción de la motilidad intestinal.
- Reducción del agua corporal.

Entre otras (Esmeraldas *et al.*, 2019 y Bonnet-Zamponi, 2016).

Hay varios enfoques desde el punto de vista biológico de la vejez, Davies en 1992, planteó que el envejecimiento biológico se manifiesta como una disminución progresiva en la capacidad del

organismo para conservar la homeostasis frente a situaciones de estrés fisiológico. Esta falla funcional se relaciona con una disminución de la viabilidad celular y una mayor susceptibilidad del individuo. Con una visión bio-médica, Johnson en 1999 definió como proceso de envejecimiento, al estado en el que se conjugan la probabilidad de morir, que aumenta con el paso del tiempo, y la edad del organismo, con la ocurrencia de cambios fenotípicos en todos los individuos.

Estos planteamientos han resultado útiles para diferenciar al proceso de envejecimiento de aquellas enfermedades asociadas al envejecimiento (Hoyl, 2016). En lo que sí concuerdan ambos puntos de vista es que el envejecimiento es universal, continuo e irreversible, Intrínseco, heterogéneo y letal, teniendo en cuenta que: afecta a todos los seres vivos sin distinción de manera continua sin pausas y se manifiesta de manera diferente en cada ser, otorgándole cierta “exclusividad” a cada individuo, ocurriendo a nivel molecular, celular, de tejido y de órgano.

El proceso del envejecimiento ha sido y es estudiado por muchos grupos de investigación y con diferentes “ópticas”, todos explicando un proceso que tiene una casuística multifactorial si se quiere ser más racional y acertado (Alvarado y Salazar, 2014, Piña *et al.*, 2022 y Rodríguez *et al.*, 2012). Existen teorías, modelos y propuestas, que aportan conocimientos al envejecimiento, pero ninguna por sí puede explicar el proceso, lo que sugiere tenerlas en cuenta y relacionarlas unas como complemento de otras.

Un enfoque interesante es el genético, que tiene diferentes vertientes como: La regulación génica referida al desequilibrio de factores involucrados en el

desarrollo y la reproducción del organismo (Gladyshev, 2015). Las modificaciones en la expresión génica, causadas posiblemente por el metabolismo (Cutler, 1991). La inestabilidad genómica ocasionada por cambios en el ADN (Slagboom, 1989). En resumen, que la edad está determinada por factores genéticos y que hay un “reloj interno” que determina la longevidad (Goldstein y Cassidy, 2010). Hay otra teoría que se refiere a la acumulación de daños celulares por largos períodos de tiempo que no pueden ser reparados por el debilitamiento del sistema de reparación del ADN, por lo que las mutaciones se acumularan en la mitocondria y el núcleo, que más tarde originan proteínas anormales (Avendaño-Monsalve *et al.*, 2024).

### Radicales libres

El envejecimiento en sí, es un proceso multifactorial, que, dada su complejidad, ha generado diferentes teorías relacionadas con: la estocástica, la acumulación de productos de desecho, las mutaciones somáticas, catástrofe en la homeostasis, la inmunología, la capacidad replicativa finita de las células, el desarrollo, la genética, hasta la de los radicales libres (Quintero *et al.*, 2024). Algunas más discutidas que otras en la actualidad, lo que indica que el envejecimiento, no se debe explicar con solo una de las teorías planteadas, por demás, cada una en un momento diferente. Aunque sí se puede vislumbrar que la teoría genética tiene mucho peso al estar involucrados muchos genes y mutaciones en el proceso, que está presente a todos los niveles. Cada vez más se estudian los temas de los radicales libres relacionados la vejez y enfermedades degenerativas (Yang *et al.*, 2024).

La relación entre las teorías que permiten identificar el cúmulo de daños

a partir de mutaciones, acumulación de desechos metabólicos, explica como en el tiempo se van sumando daños irreparables, que llegan a estar presentes en el ADN nuclear y mitocondrial que pueden llegar a sintetizar proteínas anormales (Zorrilla, 2002). Una explicación válida a estos errores en los mecanismos de reparación y mutaciones acumulados, está relacionada con los radicales libres originados cuando el oxígeno se convierte en energía en exceso, desbalanceando la producción de oxidantes y de antioxidantes que se conoce como estrés oxidativo, que incluso pueden generar muerte a nivel celular al reaccionar con otros compuestos presentes en las células (Quintanar y Calderón, 2009 y González, 1995).

Los estudios sobre los radicales libres, que, igual que en otras teorías, valoran la presencia de mutaciones y daños a nivel molecular que no han sido reparados y que se han originado en el proceso de obtener energía a partir del oxígeno, lo que forma radicales libres. Estos radicales en rangos normales, ayudan a eliminar toxinas, pero en caso de super- producirse o acumularse, resultan dañinos, pudiendo causar hasta la muerte celular (estrés oxidativo) (Korovesis *et al.*, 2023 y Hong *et al.*, 2024). Los radicales libres tienen la capacidad de combinarse con moléculas de ADN incluso proteínas a las que desactivan, siendo esta parte de su participación en el proceso de envejecimiento (González, 1995).

A nivel celular, el envejecimiento también es considerado como resultado de la programación genética en el desarrollo y maduración de las células, controlados a nivel de ADN y ARN que al mismo tiempo son blanco de los radicales libres, que pueden intervenir en la célula y por ende en el correcto funcionamiento de

algún órgano (Hayflick, 1983.), referido a estos últimos, no en todos es posible reemplazar las células que mueren, por lo que disminuyen en cantidad y esto altera el correcto funcionamiento del órgano. La aparición de aldeídos como resultado de la oxidación, anclados al colágeno, generan pérdida de flexibilidad en los tejidos y alteraciones en el intercambio de sustancias entre células en el que el colágeno juega un papel fundamental.

### **¿Que son los radicales libres?**

Los radicales libres son átomos o grupos de átomos que tienen un electrón desapareado, por lo que son altamente reactivos, al tratar de captar un electrón de otros átomos con el fin de alcanzar su estabilidad, cuando esto ocurre se conoce como reducción, y la molécula estable que perdió el electrón (oxidación) pasa a ser un nuevo radical libre que repetirá el proceso de captación del electrón y de esta manera se inicia una reacción en cadena que al carecer de receptores específicos, ocurren y dañan a cualquier célula o tejido (Čolak, 2008 y Venereo y Justo, 2002) Estas transferencias de electrones ocurren mediadas por iones metálicos sin la participación de enzimas. Diversos estudios plantean que los radicales libres también pueden generarse a partir de hábitos de fumar, de la contaminación ambiental, exposición a radiaciones, consumo indiscriminado de medicamentos entre otros (Finkel y Holbrook, 2000).

### **¿Desde cuándo los radicales libres?**

En 1900 fueron descritos los radicales libres por Gomberg, al observar la descomposición del hexa-feniletano dentro de dos radicales trifenilmetil. Años más tarde, Paneth y Hofeditz publicaron la descomposición del plomo-tetrametil en radicales libres. En 1954 Gerschman

expuso que los radicales anión superóxido ( $O_2^-$ ) y el radical hidroxilo (OH) eran responsables del mecanismo molecular de la toxicidad del oxígeno y la radiación, y en 1956 Denham Harman tras acumular información, planteó la teoría que involucra a los radicales libres en el envejecimiento, junto a predeterminaciones genéticas y medio ambientales (Hernández y McCord, 2007 y Maldonado *et al.*, 2010).

La segunda era de los radicales libres comenzó con el descubrimiento de la enzima superóxido dismutasa (SOD) en 1969 por McCord y Fridovich, que abrió las puertas a varias hipótesis relacionadas con el efecto antioxidante de los radicales libres en las células, sus estructuras y productos.

La tercera era de los radicales libres se ubica 10 años después, cuando se exponen evidencias de efectos biológicos importantes con la activación de la guanilato ciclasa (GC) por el derivado OH del anión superóxido  $O_2^-$  (Bergendi *et al.*, 1999). En 1985 se planteó el concepto de estrés oxidativo y a partir de aquí, se ha abierto un campo de estudio relacionado con su participación en diferentes patologías, así como su participación en eventos benéficos para la salud (Maldonado, 2010 y Mittal y Murad, 1977).

A nivel molecular los radicales libres son considerados agentes oxidantes al tener en su estructura uno o más electrones no apareados o libres lo que los convierte en muy reactivos al tratar de lograr su estabilidad electroquímica apareándose a un electrón de una molécula estable, de manera que el lograrlo, la molécula dadora del electrón pasa a ser un radical libre al quedar con un electrón desapareado que buscará aparearse, iniciándose así una dañina reacción en cadenas de radicales libres en fracciones

de segundos, se les considera relacionados con el envejecimiento y daño celular, al reaccionar con estructuras celulares, y con los ácidos grasos insaturados de las membranas fosfolipídicas, las proteínas y el ADN, modificándolos y en consecuencia alterando sus funciones, lo que puede explicar el inicio de algunas patologías como pudiera ser el cáncer (Gutteridge y Halliwell, 1999 y Okamoto *et al.*, 1996). En ocasiones, los radicales libres son considerados como parte de los mecanismos de defensa frente a infecciones bacterianas y de virus. (Finkel y Holbrook, 2000). Su origen puede ser a partir del metabolismo humano, pero también de contaminantes ambientales ya sean atmosféricos, acuáticos, del suelo, radiaciones, consumo de alcohol, tabaco, drogas entre otros (Llancari y Matos, 2011).

La suma de las reacciones perjudiciales de los radicales libres que ocurren continuamente en las células y tejidos constituyen en sí el proceso de envejecimiento o contribuye de forma importante al mismo. Esta fue la interpretación de Denham Harman sobre cómo se produce el envejecimiento, acompañado de procesos degenerativos como el cáncer y la inmunosuficiencia (Johnson *et al.*, 1886), que se suma a su “Teoría del reloj del envejecimiento” justificada por la desorganización de las mitocondrias que producen los radicales libres (Miquel, 2005).

La cadena respiratoria mitocondrial (o cadena de transporte de electrones, CTE) es la principal fuente celular de especies reactivas de oxígeno (ROS), como el superóxido, que podría ser convertido en  $H_2O_2$  por las superóxido dismutasas (SOD), esta última genera radicales hidroxilos (OH) altamente dañinos a través de la

reacción de Fenton en presencia de metales de transición como el hierro o el cobre (Collin, 2019). Los efectos perjudiciales de estos radicales se deben básicamente a su falta de carga y su pequeño tamaño, lo que le permite moverse entre las estructuras celulares dañando proteínas y lípidos de membrana causando la peroxidación lipídica y roturas del ADN.

Un elemento experimental clave para el daño acumulativo del ADNmt como causa del envejecimiento se generó, a partir de ratones knockin homocigotos que expresaron una versión deficiente en corrección de errores de PolgA, la subunidad catalítica de la polimerasa del ADNmt. Los ratones presentaron un aumento en las mutaciones somáticas del ADNmt, una menor esperanza de vida y la aparición prematura de fenotipos relacionados con el envejecimiento (Pinto y Moraes, 2015). En consonancia con estos resultados, se observó una correlación inversa entre el grado de daño oxidativo del ADNmt en varias especies de mamíferos y su esperanza de vida máxima. Si bien esta teoría es lógica y muy popular, probablemente debido a la aparente facilidad de intervención con antioxidantes, estudios más recientes han cuestionado estas perspectivas simplistas de una relación directa entre las ROS, el daño oxidativo y el envejecimiento (Cui *et al.*, 2011). también existen resultados que discrepan, lo que genera inquietudes sobre el tema en diversas formas y especies. En primer lugar, la sobreexpresión o la eliminación de genes antioxidantes no siempre produjo los resultados esperados. Ejemplo: La sobreexpresión transgénica de Cu/ZnSOD en ratones (76) y *C. elegans* no aumentó la esperanza de vida (Pérez *et al.*, 2009). Por otro lado, los gusanos que carecen por completo de actividad

de SOD tienen una esperanza de vida normal (Labunsky y Gladyshev, 2013). Los ratones homocigotos deficientes para la Cu/ZnSOD citoplasmática acumulan daño oxidativo masivo y presentan una esperanza de vida reducida, lo que podría deberse al aumento de la sarcopenia y la incidencia de cáncer en etapas avanzadas de la vida (Ligibel *et al.*, 2020).

### Antioxidantes, su roll

La homeostasis de manera general, permite al cuerpo mantener el equilibrio funcional a corto, mediano y largo plazo a través de diferentes mecanismos. En el caso de la oxidación, hay diferentes mecanismos en función de los diferentes tipos de radicales libres y de los diferentes sitios donde actúan (Avello y Suwalsky, 2006).

Cuando se refieren a los antioxidantes, es a sustancias presentes en bajas concentraciones si se tiene en cuenta la cantidad de sustratos posibles de oxidar, y que constituyen un sistema de protección-defensa que inhiben o retrasan a niveles importantes las reacciones de oxidación al interactuar con los radicales libres del O<sub>2</sub> sacrificando su estructura en aras de evitar las dañinas alteraciones en moléculas -lípidos, proteínas, ADN entre otros que alterarían procesos y funciones previamente establecidas a células, colaborando con el equilibrio necesario entre oxidantes y antioxidantes a favor de los últimos.

Los antioxidantes se clasifican atendiendo a diferentes parámetros según el interés de los investigadores, en dependencia de su origen, se clasifican en: antioxidantes endógenos, los producidos por el cuerpo humano como defensa para controlar la formación excesiva de radicales libres, y en antioxidantes exógenos, los

que se toman desde el exterior en la dieta, pudiendo ser naturales a partir de la ingesta de frutas, verduras y carnes y sintéticos (Mironczuk- Chodakowska *et al.*, 2018). Los antioxidantes exógenos se “consumen”, al oxidarse cuando neutralizan al radical libre, por lo que deben ser “repuestos” constantemente a través de la dieta.

En la actualidad, se está estudiando intensamente, la actividad antioxidante y la capacidad de eliminación de radicales libres en plantas con actividad medicinal reconocida, estos estudios, sobre la base de la preferencia de productos naturales a los sintéticos (Warjeet, 2012). En plantas se han descrito y usado compuestos fenólicos, flavonoides, vitaminas C y E, carotenoides entre otros, de conocida actividad medicinal y ahora antioxidante (Aluyor y Oboh, 2014). Los compuestos derivados de plantas poseen una actividad antioxidante bien conocida y establecida. No pueden dejar de mencionarse, los microorganismos como eficientes productores de metabolitos con potencial antioxidante específico (Singh *et al.*, 2019) reconocido por su eficacia frente a infecciones fúngicas y bacterianas como las tetraciclinas, anfotericina, penicilinas, eritromicinas, estreptomycin y vancomicina, frente al cáncer la daunorrubicina, bleomicina, mitomicina, y doxorubicina, en rechazo de trasplantes la rapamicina y la ciclosporina y en el control de colesterol la mevastatina y la lovastatina (Demain, 2014).

Hasta el momento, el consumo de antioxidantes, no han resultado en beneficios importantes relacionados con la longevidad in vivo, lo que puede deberse a la baja biodisponibilidad si se tienen en cuenta los resultados más optimistas se referían a experimentos in vitro (Bjelakovic *et al.*, 2007, Biesalski *et al.*, 2010 y Baguer

y Menéndez-Álvarez, 2024) con dosis considerablemente mayores a las realmente posibles de consumir lo que no refleja en ningún caso evidencia de su efectividad en seres vivos, en los que se han aplicado altas dosis de antioxidante con algunos resultados desalentadores, sugiriendo no solo que hay que tener en cuenta la biodisponibilidad sino también otros factores no siempre considerados, ejemplo, la muy recurrida suplementación con vitamina C del Dr. Pauling (Pauling, 1971), incluso a bajas concentraciones puede tener un efecto oxidante en presencia de metales de transición, como el hierro (Bast *et al.*, 1991).

## PEROXIDACIÓN LIPÍDICA

Se ha planteado que un blanco importante de los radicales libres, por lo que implica, son las membranas celulares, que estructuralmente tienen lípidos y proteínas encargados de la permeabilidad selectiva al interior de las células y las interacciones con otras células. Esta estructura es rica en ácidos grasos poliinsaturados y esto genera que ante la presencia de radicales libres se extraiga un átomo de Hidrogeno (H) originando un radical lipídico que reaccionará con el oxígeno que pasa a radical lipídico peroxilo, que se propaga originando una reacción en cadena a partir de los ácidos grasos presentes provocando la peroxidación lipídica a partir de esta cadena de reacción oxidativas que se origina (Kim *et al.*, 2012). Un indicador de la peroxidación lipídica es la cantidad de malondialdehído obtenido, que es estable y que además en altos niveles se le relaciona con enfermedades como las afecciones cardiovasculares, el cáncer y trastornos neurodegenerativos. De

igual manera, se le usa como marcador en terapias antioxidantes, indicando su disminución, un tratamiento eficaz (Goodsell, 2004). Existen evidencias de la implicación de mecanismos de estrés oxidativo en la enfermedad de Parkinson (Avello y Suwalsky, 2006). Este daño a nivel de membrana es posible evitarlo a partir de complejos estables conformados por los antioxidantes (Halliwell, 1990). Al igual que con los ácidos grasos, los radicales libres pueden interactuar con las proteínas oxidándolas, cuando ocurre esto, las cadenas peptídicas se fragmentan, perdiendo actividad enzimática y degradando proteínas estructurales, lo que conduce a la disfunción y muerte celular (Chrzyszcz *et al.*, 2021 y Rani *et al.*, 2021).

## CONCLUSIONES

El envejecimiento, es debido a varios factores que están involucrados en varias teorías que desvelan que: no existe una única explicación, lo que hace ganar en complejidad al proceso.

La producción constante de radicales libres constituye un proceso fisiológico con implicaciones importantes en la senescencia celular y la oncogénesis. No obstante, deben considerarse otras teorías y procesos moleculares, particularmente aquellas asociadas con la señalización mitocondrial.

Los antioxidantes están cobrando más notoriedad cada día en el campo de las investigaciones asociadas a diversas patologías y al envejecimiento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aluyor, E. O., y Oboh, I. O. (2014). Encyclopedia of Food Microbiology. (Second Edition) *Traditional Preservatives – Vegetable Oils* Pages 137-140
- Alvarado, A. M., y Salazar, Á. M. (2014). Análisis del concepto de envejecimiento. *Gerokomos*, 25(2), 57-62. <https://dx.doi.org/10.4321/S1134-928X2014000200002>
- Avello, M., y Suwalsky, M. (2006). Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección. *Atenea*, (494), 161-172. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-04622006000200010>
- Avendaño-Monsalve, M. C., Ponce-Rojas, J. C., y Funes, S. (2021). Viaje al centro de la mitocondria: importación de proteínas, sus alteraciones y enfermedades relacionadas. *TIP. Revista especializada en ciencias químico-biológicas*, 24, e370. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2021.370>
- Baguer, E. A., y Menéndez-Álvarez, E. (2024). El Mango (*Mangifera indica* L.) como modelo de estudios de los flavonoides. *Revista De Investigaciones De La Universidad Le Cordon Bleu*, 11(2), 76-86. <https://doi.org/10.36955/RIULCB.2024v11n2.007>
- Bast, A., Haenen, G. R., & Doelman, C. J. (1991). Oxidants and antioxidants: State of the art. *American Journal of Medicine* (91) :2S–13S. [https://doi.org/10.1016/0002-9343\(91\)90278-6](https://doi.org/10.1016/0002-9343(91)90278-6)

- Biesalski, H. K., Grune, T., Tinz, J., Zöllner, I., & Blumberg, J. B. (2010). Reexamination of a Meta-Analysis of the Effect of Antioxidant Supplementation on Mortality and Health in Randomized Trials. *Nutrients*, 2(9), 929-949. <https://doi.org/10.3390/nu2090929>
- Bjelakovic, G., Nikolova, D., Gluud, L. L., Simonetti, R. G., & Gluud, C. (2007). Mortality in randomized trials of antioxidant supplements for primary and secondary prevention: systematic review and meta-analysis. *Journal of American Medical Association*, 297(8), 842–857. <https://doi.org/10.1001/jama.297.8.842>
- Bloom, E., y Zucker, L. (2023). El envejecimiento de la población es la principal tendencia demográfica a nivel mundial; la pandemia puede enseñarnos a prepararnos para ella. *Finanza y Desarrollo*. <https://www.imf.org/es/Publications/fandd/issues/SeriesAnalytical-Series/aging-is-the-real-population-bomb-bloom-zucker>
- Bonnet-Zamponi, L. (2016). Drug-related readmissions to medical units of older adults discharged from acute geriatric units: results of the optimization of medication in AGEd multicenter randomi. *Journal of American Geriatric Society*, 61(1), 113-21. <https://doi.org/10.1111/jgs.12037>
- Collin, F. (2019). Chemical Basis of Reactive Oxygen Species Reactivity and Involvement in Neurodegenerative Diseases. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(10), 2407. <https://doi.org/10.3390/ijms20102407>
- Cui, H., Kong, Y., Zhang, H., (2012). Oxidative Stress, Mitochondrial Dysfunction, and Aging, *Journal of Signal Transduction*, 2012(1), 646354. <https://doi.org/10.1155/2012/646354>
- Cutler, R. (1991). Recent progress in testing the longevity determinate and dedifferentiation hypothesis of aging. *Archives of gerontology and geriatrics*, 12(2).75-98 [https://doi.org/10.1016/0167-4943\(91\)90021-H](https://doi.org/10.1016/0167-4943(91)90021-H)
- Chrzęszcz, M., Krzemińska, B., Celiński, R., & Szewczyk, K. (2021). Phenolic Composition and Antioxidant Activity of Plants Belonging to the Cephalaria (*Caprifoliaceae*) Genus. *Plants*, 10(5), 952. <https://doi.org/10.3390/plants10050952>
- Demain, A. L. (2014). Importance of microbial natural products and the need to revitalize their discovery. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 41(1) 185–201. <https://doi.org/10.1007/s10295-013-1325-z>
- Esmeraldas, E., Falcones, M., Vásquez, M., y Solórzano, J. (2019). El envejecimiento del adulto mayor y sus principales características. *Revista Científica de la Investigación y el Conocimiento*, 3(1) 58-74 <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6788154>
- Finkel, T., & Holbrook, N. J. (2000). Oxidants, oxidative stress and the biology of ageing. *Nature*, 408(6809), 239–247. <https://doi.org/10.1038/35041687>
- Gladyshev, P. (2015). Thermodynamics of aging and heredity. *Natural Science*, 7(5) <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1482869>

- Goldstein, J., y Cassidy, T. (2010). How slowing senescence changes life expectancy. MPIDR Working paper WP 2010-006. Max Planck Institute for Demographic Research. <https://citeseerx.ist.psu.edu/>
- González, R. (1995). Rehabilitación médica de ancianos: fisiología del envejecimiento. Masson, 1-5 [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1134-928X2007000200005&lng=es&tlng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1134-928X2007000200005&lng=es&tlng=es)
- Goodsell, D. S. (2004). Lecciones de la Naturaleza. John Wiley & Sons, Inc.; Hoboken, Bionanomedicina en acción.
- Gutteridge, J. y Halliwell, B. (1999). Reactive oxygen species in biological systems, pp. 189-218, D.L. Gilbert and C.A. Colton, eds.
- Halliwell, B. (1990). How to Characterize a Biological Antioxidant. *Free Radical Research Communications*, 9(1), 1–32. <https://doi.org/10.3109/10715769009148569>
- Hayflick, L. (1983). Theories of ageing. *Fundamentals of Geriatric Medicine*: Raven:43-50.
- Hernández, D., y Ligibel, J. A., Schmitz, K. H., & Berger, N. A. (2020). Sarcopenia in aging, obesity, and cancer. *Translational cancer research*, 9(9), 5760–5771. <https://doi.org/10.21037/tcr-2019-eaoc-05>
- Hong, Y., Boiti, A., Vallone, D., y Foulkes, N. S. (2024). Reactive Oxygen Species Signaling and Oxidative Stress: Transcriptional Regulation and Evolution. *Antioxidants*, 13(3), 312. <https://doi.org/10.3390/antiox13030312>
- Hoyl, T. (2016). Teorías actuales de envejecimiento. *Revista De Ciencias Médicas*, 32(2), 33–38. <https://doi.org/10.11565/arsmed.v32i2.258>
- Korovesis, D., Rubio-Tomás, T., & Tavernarakis, N. (2023). Oxidative Stress in Age-Related Neurodegenerative Diseases: An Overview of Recent Tools and Findings. *Antioxidants*, 12(1), 131. <https://doi.org/10.3390/antiox12010131>
- Labunskyy, V. M., & Gladyshev, V. N. (2013). Role of reactive oxygen species-mediated signaling in aging. *Antioxidants & redox signaling*, 19(12), 1362–1372. <https://doi.org/10.1089/ars.2012.4891>
- Ligibel, J. A., Schmitz, K. H., & Berger, N. A. (2020). Sarcopenia in aging, obesity, and cancer. *Translational cancer research*, 9(9), 5760–5771. <https://doi.org/10.21037/tcr-2019-eaoc-05>
- Llancari, A., y Matos, A. (2011). Valoración de los nutrientes y antioxidantes en la salud humana e industria alimentaria. I Congreso Nacional de Investigación. Perú, Lima, 2-4 noviembre, 2011).
- Maldonado, S. O., Jiménez, V. E., Guapillo, V. M., Ceballos, R.G., y Méndez, B. E. (2010). Radicales libres y su papel en las enfermedades crónico-degenerativas. *Revista Médica de la Universidad Veracruzana*, 10(2) <https://www.medigraphics.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=29254>

- McCord, J. (2007). Evolución y radicales libres. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*; 45(5). 477-484. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=14192>
- Miquel, J. (2006). Integración de teorías del envejecimiento. *Revista Española de Geriatria Gerontología*, 41(1), 55-63. [https://doi.org/10.1016/S0211-139X\(06\)72923-7](https://doi.org/10.1016/S0211-139X(06)72923-7)
- Miralles, M., Fusco, M., y Florentin, R. (2022). La vejez no es una enfermedad: críticas a la recategorización de la OMS postpandemia COVID-19, XXXVI Jornada de Investigación y XXVIII Encuentro regional. Secretaría de Investigaciones | FADU | UBA <https://repositorio.uca.edu.ar/bitstream/123456789/19026/1/vejez-no-es.pdf>
- Mironczuk-Chodakowska, I., Witkowska, A., & Zujko M (2018). Endogenous non-enzymatic antioxidants in the human body *Advances in Medical Science*; 63(1) :68–78. <https://doi.org/10.1016/j.advms.2017.05.005>
- Mittal, C. K., & Murad, F. (1977). Activation of guanylate cyclase by superoxide dismutase and hydroxyl radical: a physiological regulator of guanosine 3',5'-monophosphate formation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*; 74: 4360-64. <https://doi.org/10.1073/pnas.74.10.4360>
- Okamoto, K., Toyokuni, S., Kim, W. J., Ogawa, O., Kakehi, Y., Arao, S., Hiai, H., & Yoshida, O. (1996). Overexpression of human mutT homologue gene messenger RNA in renal-cell carcinoma: evidence of persistent oxidative stress in cancer. *International Journal of Cancer*, 65(4), 437–441. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0215\(19960208\)65:4<437::AID-IJC7>3.0.CO;2-Y](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0215(19960208)65:4<437::AID-IJC7>3.0.CO;2-Y)
- Pauling, L. (1971). Vitamin C and Common Cold. *Journal of American Medical Association*, 216(2), 332. <https://doi.org/10.1001/jama.1971.03180280086025>
- Pérez, V. I., Bokov, A., Van Remmen, H., Mele, J., Ran, Q., Ikeno, Y., & Richardson, A. (2009). Is the oxidative stress theory of aging dead?. *Biochimica et biophysica acta*, 1790(10), 1005–1014. <https://doi.org/10.1016/j.bbagen.2009.06.003>
- Pinto, M., & Moraes, C. T. (2015). Mechanisms linking mtDNA damage and aging. *Free Radical Biology and Medicine*, 85 250-258. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2015.05.005>
- Piña, M., Olivo, V., Martínez, C., Poblete, M., y Guerra, V. (2022). Envejecimiento, calidad de vida y salud. Desafíos para los roles sociales de las personas mayores. *Rumbos TS*, 17(28), 7-27. <https://dx.doi.org/10.51188/rtrs.num28.642>
- Quintanar, M., y Calderón, J. (2009). La capacidad antioxidante total. Bases y Aplicaciones. *Revista de Educación de Bioquímica*, 28(3):89-101. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=37157>
- Quintero, F., Garraza, M., Navazo, B., y Cesani, M. (2024). Teorías del envejecimiento biológico: una revisión. *Revista Española de Geriatria y Gerontología*, 59 (6) 101530 <https://doi.org/10.1016/j.regg.2024.101530>

- Rani, A., Saini, K. C., Bast, F., Mehariya, S., Bhatia, S. K., Lavecchia, R., & Zuorro A. (2021). Microorganisms: A Potential Source of Bioactive Molecules for Antioxidant Applications. *Molecules*, 26(4), 1142. <https://doi.org/10.3390/molecules26041142>
- Ribera-Casado, J. M., y García, J. (2021). La vejez no es una enfermedad. *Revista Española de Geriatría y Gerontología*, 56(5), 257-258, <https://doi.org/10.1016/j.regg.2021.07.002>.
- Rodríguez, V., Rodríguez L., Sancho, M., Díaz, R., (2012). Envejecimiento. La investigación en España y Europa. *Revista Española de Geriatría y Gerontología* 47(4), 174-179. <https://dx.doi.org/10.1016/j.regg.2012.02.005>
- Singh, B. P., Rateb, M. E., Rodriguez-Couto, S., Polizeli, M. L., y Li, W.J. (2019). Editorial: Microbial Secondary Metabolites: Recent Developments and Technological Challenges. *Frontiers in Microbiology*;10, 914. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00914>
- Slagboom, P., & Vijg, J. (1989). Genetic instability and aging: theories, facts, and future perspectives. *Genome*, 31(1), 373-85. <https://doi.org/10.1139/g89-057>
- Venereo, J. R. (2002). Daño oxidativo, radicales libres y antioxidantes. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 31(2), 26-133. <https://www.imbiomed.com.mx/articulo.php?id=5753>
- Warjeet, S. L. (2012). Natural Antioxidants (NAO) of Plants Acting as Scavengers of Free Radicals. Editor: Atta-ur-Rahman, *Studies in Natural Products Chemistry*, 37. 259-275 <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-59514-0.00009-2>
- Wickens, A. P. (2001). Ageing and the free radical theory. *Respiration physiology*, 128(3), 379–391. [https://doi.org/10.1016/s0034-5687\(01\)00313-9](https://doi.org/10.1016/s0034-5687(01)00313-9)
- Yang, J., Luo, J., Tian, X., Zhao, Y., Li, Y., & Wu, X. (2024). Progress in Understanding Oxidative Stress, Aging, and Aging-Related Diseases. *Antioxidants*, 13(4), 394. <https://doi.org/10.3390/antiox13040394>
- Zorrilla, E. (2002). El envejecimiento y el estrés oxidativo. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 21(3), 178-185. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03002002000300006](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03002002000300006)

#### Declaración de roles de autores

- Menéndez-Álvarez, Eduardo: Conceptualización; metodología; escritura.
- Baguer, Edmme: Escritura, revisión y edición.

#### Financiamiento de la investigación/ Agradecimientos

Los autores agradecen al Centro de investigaciones de la Universidad Le Cordon Bleu por las revisiones y recomendaciones oportunas.

# Perfil nutricional y alteraciones gastrointestinales en escolares con trastorno del espectro autista

## *Nutritional status and gastrointestinal issues in school-aged children with autism spectrum disorder*

 Lismary N. García-Muñoz María G. García-Valecillo Diego J. Romero-Hernández Andry A. Fuentes-Sánchez Daniel Villalobosnutricioncondiego@gmail.com 

Universidad Privada Dr. Rafael Bellosó Chacín. Maracaibo, Venezuela

Recibido: 02/08/2024

Revisado: 09/09/2024

Aceptado: 12/10/2024

Publicado: 10/01/2025

### RESUMEN

La relación entre las alteraciones gastrointestinales y las características de los niños con trastornos del espectro autista resalta la importancia del abordaje nutricional en su atención multidisciplinaria. El objetivo de esta investigación fue determinar la relación entre el perfil nutricional y las alteraciones gastrointestinales. Este estudio descriptivo, correlacional y transversal evaluó a 55 niños escolares con autismo. El perfil nutricional se determinó a través del indicador antropométrico índice de masa corporal para la edad (IMC/edad), la evaluación dietética incluyó un registro de consumo de macronutrientes, gluten y caseína. La evaluación clínica incluyó los signos de alteraciones gastrointestinales y desnutrición. El 63,6 % de los niños se encontraron antropométricamente normales, 1,8 % en déficit y 34,5 % en exceso, las alteraciones gastrointestinales más frecuentes fueron flatulencias fétidas, estreñimiento, dolor y distensión abdominal. No hubo relación entre las alteraciones gastrointestinales y el diagnóstico antropométrico ni el consumo de macronutrientes, sin embargo, se halló una relación positiva estadísticamente significativa ( $p < 0,01$ ) entre las alteraciones gastrointestinales y los signos clínicos de deficiencia nutricional, consumo de gluten y grado de autismo, además se encontró una tendencia positiva entre las alteraciones gastrointestinales y el consumo de caseína. En conclusión, el consumo de alimentos con gluten y caseína tienen un efecto directo en las alteraciones gastrointestinales y a su vez en el grado de severidad de los niños con autismo. Estos hallazgos subrayan la necesidad de una intervención nutricional temprana como estrategia eficaz para mejorar los síntomas asociados al autismo.

**Palabras Clave:** Gluten, caseína, manifestaciones gastrointestinales, autismo.



## ABSTRACT

The relationship between gastrointestinal alterations and the characteristics of children with autism spectrum disorders highlights the importance of a nutritional approach in their multidisciplinary care. The objective of this research was to determine the relationship between nutritional profiles and gastrointestinal alterations. This descriptive, correlational, and cross-sectional study evaluated 55 school-aged children with autism. The nutritional profile was determined using the anthropometric indicator body mass index for age (BMI/age). The dietary

assessment included a record of macronutrient, gluten, and casein intake. The clinical evaluation included signs of gastrointestinal alterations and malnutrition. Anthropometric results showed that 63.6% of the children were within the normal range, 1.8 % were underweight, and 34.5 % were overweight. The most frequent gastrointestinal alterations were foul-smelling flatulence, constipation, abdominal pain, and distension. No relationship was found between gastrointestinal alterations and anthropometric diagnosis or macronutrient intake. However, a statistically significant positive relationship ( $p<0.01$ ) was found between gastrointestinal alterations and clinical signs of nutritional deficiencies, gluten consumption, and the degree of autism. Additionally, a positive trend was observed between gastrointestinal alterations and casein consumption. In conclusion, the consumption of gluten- and casein-containing foods directly affects gastrointestinal alterations and, in turn, the severity of autism in children. These findings underscore the need for early nutritional intervention as an effective strategy to improve symptoms associated with autism.

**Keywords:** Gluten, Casein, Gastrointestinal issues, Autism, ASD.

## INTRODUCCIÓN

El trastorno del espectro autista (TEA), también denominados trastornos generalizados del desarrollo, son un conjunto de problemas vinculados al neurodesarrollo y la alimentación, con manifestaciones preferentemente cognitivas y comportamentales, que ocasionan notables limitaciones en la autonomía de los niños que la padecen (Ojeda *et al.*, 2013). Estos trastornos suelen aparecer en la primera infancia y tienden a persistir hasta edad adulta, aunque en la mayoría de los casos se manifiesta en los primeros cinco años de vida. Suelen caracterizarse de igual manera afecciones comórbidas como epilepsia, depresión,

ansiedad, así como trastorno de déficit de atención e hiperactividad (OMS, 2023).

Según la organización mundial de la salud (OMS) se reporta que uno de cada 100 niños es diagnosticado con TEA. Estas cifras representan un aumento de la prevalencia de esta enfermedad (OMS 2023). Investigaciones al respecto han demostrado que la prevalencia de TEA es alarmante en muchos países de ingresos bajos. En este sentido en América Latina no existen estudios que permitan conocer la situación actual de niños con TEA, se estima que una de cada 100 personas presenta algún trastorno del espectro autista. Asimismo, para el año

2008 en Venezuela, la prevalencia de los individuos con TEA era de 17 por cada 10 000 niños entre 3 y 9 años (Montiel *et al.*, 2023).

Ahora bien, el papel de la nutrición en los niños TEA es un factor determinante en su recuperación debido a que una dieta inadecuada puede provocar una inflamación crónica en el tracto gastrointestinal desde el esófago hasta el colon, comprometiendo la integridad de la pared intestinal que juega un papel importante en la adecuada absorción de nutrientes ya que en la mayoría de los casos estos niños sufren de indigestión y tienen una gran alteración a nivel gastrointestinal producto del consumo de alimentos que contienen ciertas proteínas, cuya estructura o partes de esta, al no ser digeridas completamente, presentan propiedades opiáceas afectando el estado nutricional de estos niños (Higuera *et al.*, 2010).

El planteamiento anterior obedece a que, en la población de niños dentro del espectro autista, existe una mayor tendencia a presentar errores del metabolismo debido a una deficiencia enzimática que les impide desdoblar adecuadamente las proteínas y/o presentan mayor permeabilidad en las barreras naturales, por lo que esas morfina externas (exorfinas) atraviesan la barrera hematoencefálica afectando sitios del cerebro que se relacionan con el desarrollo del lenguaje, la comunicación, las relaciones sociales y la alteraciones sensoriales, que alteran el funcionamiento de todos los procesos implicados en la cognición y la comunicación, además de una respuesta inmune inadecuada, alergia a múltiples alimentos, y un déficit de micronutrientes (Higuera *et al.*, 2010; Audisio *et al.*, 2013 y Carmenate *et al.*, 2023).

Es indiscutible que existe una relación entre el perfil nutricional y un buen estado de salud de los niños con TEA, Investigaciones al respecto han demostrado que esta situación se agudiza en etapas fisiológicas de la vida preescolar, escolar y adolescente, dado que en estos períodos se registra la mayor demanda de nutrientes, que favorecen un adecuado estado de salud físico, mental y social (Rodríguez, 2010).

Por esta razón la intervención nutricional oportuna es un abordaje eficaz para mejorar los síntomas característicos de este trastorno, obteniendo resultados positivos que permitan la disminución de la hiperactividad y los problemas gastrointestinales; además de aumentar el lenguaje, la atención, el desarrollo, el aprendizaje, el contacto visual, el funcionamiento cognitivo y las habilidades comunicativas y por ende la interacción social (Audisio *et al.*, 2013).

Evidencias científicas al respecto, han demostrado que los factores nutricionales tienen una relevancia importante sobre el autismo. Diversos estudios que se refieren de modo más preciso al tratamiento en cuestión (Audisio *et al.*, 2013 y Carmenate *et al.*, 2023), mencionan que la intervención nutricional es una alternativa a los tratamientos médicos debido a los efectos benéficos que se han demostrado sobre el desarrollo tanto cognitivo como conductuales. Por lo que puede considerarse en el futuro como una posible solución a este problema, sin dejar de lado la terapia psicoeducativa y lingüística para mejorar los diversos aspectos de su desarrollo social y académico (Higuera *et al.*, 2010).

En este sentido, la malnutrición que presentan estos niños originada por

una inadecuada alimentación y estilo de vida, tanto en exceso como en déficit, agravan más la situación, debido a varias causas, las cuales incluyen la selectividad de alimentos, menor actividad, y el uso de medicamentos, que pueden resultar en medidas antropométricas anormales (Egan *et al.*, 2013).

Es por ello que, el abordaje nutricional se hace sumamente importante en la atención multidisciplinaria del niño con autismo. Por lo tanto, el objeto de esta investigación fue determinar la relación que existe entre el perfil nutricional y las alteraciones gastrointestinales en niños que se encuentran dentro del espectro autista con la finalidad de mejorar los signos y síntomas, así como de mejorar la vida de este grupo etario.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio de tipo descriptivo de campo, correlacionar de corte transversal (Hernández *et al.*, 2014) en un grupo de niños, con autismo pertenecientes al Centro de atención integral para personas con autismo CAIPA y Albatros, ubicados en la ciudad de Maracaibo del estado Zulia – Venezuela. Los criterios de inclusión fueron los siguientes: niñas y niños diagnosticados con TEA, pertenecientes a uno de los centros antes mencionados, que vivan en el Estado Zulia - Venezuela, con edades comprendidas de 6 a 12 años, escolarizados. Se excluyeron del estudio aquellos niños que no cumplieron con los criterios antes descritos.

### Población y muestra

En esta Investigación la muestra quedo constituida por todos los niños que acudieron a la cita con sus representantes para la evaluación nutricional; 55 niños entre 6 –12 años de edad, de ambos sexos,

Dada a las características de la población del estudio, el muestreo fue no probabilístico o intencional (Hernández *et al.*, 2014). A todos los niños se les tomaron los siguientes datos epidemiológicos; edad, sexo, evaluación antropométrica y evaluación dietética los cuales fueron aportados por los representantes legales. Todos los padres y/o representantes de los niños participantes en el estudio manifestaron su consentimiento en forma escrita. Todos los procedimientos empleados fueron ejecutados de acuerdo con las normas éticas de la declaración de Helsinki y CIOMS.

### Instrumentos de Medición y Técnicas

El diagnóstico del trastorno del espectro autista debe ser realizado por un psicólogo especializado, por lo anteriormente mencionado, los niños evaluados en la presente investigación ya se encontraban previamente diagnosticado. Ahora bien, el perfil nutricional de los niños escolares con TEA se determinó a través de los siguientes indicadores:

### Evaluación Antropométrica

Para realizar la evaluación antropométrica, se tomaron las variables de peso y talla y se construyó el indicador índice de masa corporal para la edad (IMC/Edad), seguidamente se comparó con los indicadores para la población de referencia sugerida por la Organización Mundial de la Salud; en este sentido se consideró exceso cuando el valor se encontraba mayor a  $>1$  DE (desviaciones estándar), normal cuando se encontraba entre 1 DE a  $-2$  DE y déficit cuando era menor a  $-2$  DE (de Onis *et al.*, 2007).

### Evaluación Clínica - Gástrica

La evaluación clínico-nutricional y gastroenterológica fue realizada por un nutricionista y un pediatra gastroenterólogo,

para ello se realizó una evaluación física-clínica con la finalidad de encontrar si los niños evaluados presentan algunas de las siguientes alteraciones gastrointestinales: diarrea, constipación, vómitos, heces con restos alimentarios, moco y/o sangre, flatulencia fétida y dolor abdominal, con la finalidad de determinar la presencia de alteraciones gastrointestinales en los niños escolares con TEA.

En combinación con el examen clínico se realizó un minucioso estudio, para descartar los signos de carencias como: glositis, atrofia papilar, hipersensibilidad lingual, edema y sangrado gingival, xerosis, queilosis, dermatitis, hiperqueratosis, despigmentación y desprendimiento del cabello, antecedentes personales y antecedentes familiares.

### Evaluación dietética

La técnica que se utilizó para obtener la información fue la de recordatorio de 24 horas para determinar el consumo de macronutrientes. En este sentido se procedió a interrogar a los padres de los niños evaluados sobre los alimentos que consumen un día típico, y seguidamente fueron anotados. El instrumento para el recordatorio de 24 horas estuvo conformado por las horas en las que realizaron las comidas, los alimentos que consumieron y la cantidad de los mismos. Una vez tomado los datos, se calculó la composición de macro nutrientes utilizando la Tabla de Composición de Alimentos del Instituto Nacional de Nutrición de Venezuela (Instituto Nacional de Nutrición, 2001). La adecuación de los macronutrientes se calculó utilizando los valores de referencia de energía y nutrientes para la población venezolana (Instituto Nacional de Nutrición, 2000). Se utilizó la ecuación:

$$\% \text{ ADE} = \frac{(\text{Ingesta diaria del macronutriente} \times 100)}{\text{Recomendación diaria}}$$

Para efectos de esta investigación, el porcentaje de adecuación fue evaluado en intervalos de acuerdo a las siguientes categorías o puntos de corte: deficiente <90 %; normal 90- 110 %; exceso >110 % (Borno, 2005). Asimismo, después de la aplicación del recordatorio de 24 horas se procedió a realizar la encuesta de frecuencia de consumo de alimentos, con la finalidad de conocer el patrón de alimentación de los niños.

### Análisis de datos

Los resultados fueron analizados con estadística descriptiva, reportando los valores de concentración como el promedio  $\pm$  el error estándar y rango para cada variable, La distribución de los datos obtenidos se determinó con la prueba de Shapiro-Wilks y se utilizó la prueba de U Mann-Whitney para distribución no paramétrica. La asociación o no entre el perfil nutricional y las alteraciones gastrointestinales se determinó con la prueba de correlación de Pearson. Finalmente, los resultados se consideraron significativos a un intervalo de confianza del 95% ( $p < 0,05$ ). Todos estos análisis fueron ejecutados con el programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), versión 20,0 bajo el ambiente de Windows.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cada día existe más evidencia de la incidencia que tienen las alteraciones gastrointestinales sobre las características observadas comúnmente en los niños con TEA. Esto se debe a la alta frecuencia de síntomas intestinales, producidos por lesiones tanto en el intestino delgado

como en el grueso, demostradas a través de endoscopia digestiva y alteraciones del microbioma humano. Diversas evidencias científicas han demostrado que la intervención nutricional es una alternativa a los tratamientos médicos debido a los efectos benéficos observados en el desarrollo tanto cognitivo como conductual. Por esta razón, se realizó una evaluación de los indicadores dietéticos, clínicos y antropométricos con la finalidad de relacionar las alteraciones gastrointestinales con el perfil nutricional de los niños escolares con TEA. (Higuera, 2010; Audisio *et al.*, 2013; Carmenate *et al.*, 2023; Rodriguez, 2010; Gonzalez *et*

*al.*, 2006; Luna *et al.*, 2016 y Lovene *et al.*, 2017).

La tabla 1 se muestra las características demográficas de los niños escolares con TEA en la cual se evidencia una edad promedio de  $8,20 \pm 2,48$  años, un peso de  $27,96 \pm 14,34$  kg, una talla de  $127,28 \pm 20,92$  cm, y una circunferencia de brazo (CB) de  $17,48 \pm 3,62$  cm. Asimismo se evidencia una circunferencia de cadera de  $66,96 \pm 11,39$ , una circunferencia de cintura de  $59,36 \pm 8,76$  cm y un IMC de  $16,98 \pm 2,94$  kg/mt<sup>2</sup>. Del mismo modo al diferenciar los resultados antropométricos entre géneros no se reportaron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ).

**Tabla 1.**

*Características demográficas y antropométricas de los niños escolares con TEA*

|                           | <b>Total<br/>n= 55</b> | <b>Femenino<br/>n= 13</b> | <b>Masculino<br/>n= 42</b> | <b>p</b> |
|---------------------------|------------------------|---------------------------|----------------------------|----------|
| Edad (años)               | $8,20 \pm 2,48$        | $7,76 \pm 2,04$           | $8,54 \pm 2,52$            | 0,336    |
| Peso (Kg)                 | $27,96 \pm 14,34$      | $26,16 \pm 9,68$          | $30,06 \pm 12,58$          | 0,321    |
| Talla (cm)                | $127,28 \pm 20,92$     | $122,69 \pm 15,51$        | $127,43 \pm 27,48$         | 0,250    |
| CB (cm)                   | $17,48 \pm 3,62$       | $17,50 \pm 3,46$          | $17,92 \pm 3,85$           | 0,647    |
| C. Cadera (cm)            | $66,96 \pm 11,39$      | $64,15 \pm 7,52$          | $67,54 \pm 10,91$          | 0,361    |
| C. Cintura (cm)           | $59,36 \pm 8,76$       | $57,00 \pm 6,89$          | $59,66 \pm 7,95$           | 0,284    |
| IMC (kg/mt <sup>2</sup> ) | $16,98 \pm 2,94$       | $16,80 \pm 2,51$          | $17,04 \pm 3,08$           | 0,921    |

D.E = Desviación Estándar. CB = Circunferencia de brazo. C =Circunferencia. IMC = Índice de masa corporal. Prueba de U Mann-Whitney, \*diferencia significativa al nivel  $p < 0,05$

La tabla 2 muestra el diagnostico nutricional antropométrico de los niños escolares con TEA en el cual se observa que 1,8 % (n= 1) de los escolares se encuentran en déficit, 63,6 % (n= 35) normal y 34,5 % (n= 19) en exceso. Asimismo, al ser

clasificados por genero se encontró una mayor incidencia de malnutrición tanto por exceso como por déficit en el género masculino en comparación con el género femenino. De igual manera se presenta la clasificación del TEA según grado de

severidad de los niños escolares, el cual mostro que 54,5 % (n= 30) se encontraban con autismo leve; 32,7 % (n= 18) con autismo moderado y un 12,7 % (n= 7) presento autismo severo según el manual diagnóstico y estadístico de trastornos mentales (DSM-5) (Asociación americana de psiquiatría, 2014).

Estos resultados están en concordancia con lo hallado en un estudio

realizado en Nuevo León, México, en niños entre 3 y 12 años de edad con TEA, donde se encontró que 54 % de los niños tenían un diagnóstico antropométrico normal, 27 % obesidad, 15 % sobre peso y 4 % desnutrición (Hernández *et al*, 2017). Al igual que lo observado en una investigación realizada en Paraguay en donde 10 % se encontraron en déficit o riesgo de déficit, 60 % normales y 30 % en sobrepeso y obesidad (Ojeda *et al.*, 2013).

**Tabla 2.**

*Diagnóstico nutricional antropométrico y clasificación del TEA según severidad de los niños escolares*

| Diagnóstico antropométrico (IMC/Edad) | Total |      | Femenino |      | Masculino |      |
|---------------------------------------|-------|------|----------|------|-----------|------|
|                                       | n     | %    | n        | %    | n         | %    |
| Déficit                               | 1     | 1,8  | 0        | 0,0  | 1         | 2,4  |
| Normal                                | 35    | 63,6 | 10       | 76,9 | 25        | 59,5 |
| Exceso                                | 19    | 34,5 | 3        | 23,1 | 16        | 38,1 |
| <b>Clasificación del TEA</b>          |       |      |          |      |           |      |
| Leve                                  | 30    | 54,5 | 7        | 53,8 | 23        | 54,5 |
| Moderado                              | 18    | 32,7 | 5        | 38,5 | 13        | 32,7 |
| Severo                                | 7     | 12,7 | 1        | 7,7  | 6         | 12,7 |

Valores expresados en frecuencia (n) y porcentaje (%)

La frecuencia de signos clínicos de deficiencias nutricionales, así como las alteraciones gastrointestinales se muestra en la tabla 3 en la cual se puede evidenciar que 45,5 % (n=25) de los escolares con TEA presentaron irritabilidad, 40 % (n= 22) presentó palidez con diferencias significativas entre géneros, 34,5 % (n=19) apatía y 36,4 % (n= 20) sequedad en el cabello. También se halló que 23,6 % (n= 13) presentaba xerosis, 23,6 % (n= 13) ascitis, 14,5 % (n= 8) despigmentación de cabello, 12,7 % (n= 7) encías esponjosas, 10,9 % (n= 6) encías sangrantes, 10,9 % (n= 6) estomatitis, 10,9 % (n= 6) desprendimiento de cabello, 3,6 % (n= 2) dermatitis y 3,6 % (n= 2) queilosis sin

diferencias sin diferencias significativas entre géneros respectivamente ( $p > 0,05$ ).

Las deficiencias de nutrientes se han propuesto como un factor causal en la manifestación del trastorno del espectro autista (Adams *et al.*, 2011). Sobre esto, un estudio realizado por Adams y cols, se evaluaron indicadores metabólicos y de deficiencia nutricional en niños de 5 a 16 años, concluyendo que existen diferencias estadísticamente significativas en las características nutricionales y metabólicas entre niños neurotípicos y aquellos que poseían TEA como biomarcadores indicativos de insuficiencia de vitaminas y aumento del estrés oxidativo lo que

conlleva a una capacidad reducida de absorción, transporte de energía, sulfatación y desintoxicación. Asimismo, varios de los grupos de biomarcadores se asociaron significativamente con la severidad del autismo lo cual puede estar relacionado con la presencia de alteraciones gastrointestinales.

Dentro de las alteraciones gastrointestinales, se evidencia que 40 % (n= 22) de los niños posee algún grado de diarrea, 38,2 % (n= 21) heces con alimentos mal digeridos, 21,8 % (n= 12) heces con flema, 47,3 % (n= 26), gases 70,9 % (n= 39) flatulencias fétidas, 36,4 % (n= 20) gases (eructos), 12,7 % (n= 7) úlcera gástrica y 20 % (n= 11) disbiosis intestinal.

Por otro lado, se reportaron alteraciones de reflujo gastroesofágico (ERGE) con 16,4 % (n= 9), infección fúngica 14,4 % (n= 8), estreñimiento 58,2 % (n= 32), vomito 10,2 % (n= 10), dolor abdominal 54,5 % (n= 30), distensión abdominal 56,4 % (n= 31) e infección parasitaria 32,7 % (n= 18) sin diferencias significativas entre géneros respectivamente ( $p > 0,05$ ). Estos resultados concuerdan con los hallados por un estudio realizado en 51 niños con autismo entre 3 y 15 años encontró que el 63 % de los niños con autismo tenían diarrea crónica y/o estreñimiento moderados o graves, demostrando que los síntomas gastrointestinales son comunes en el autismo (Adams *et al.*, 2011).

Los hallazgos encontrados juegan un papel fundamental, ya que estas alteraciones gastrointestinales permiten la absorción de toxinas, bacterias, alérgenos y péptidos procedentes de los alimentos

potencialmente dañinos, debido a que se han descrito alteraciones en la microbiota intestinal conocida como disbiosis (Luna *et al.*, 2016 y Lovene *et al.*, 2017) caracterizada por crecimientos anormales de gérmenes aeróbicos gram-negativos, *H. pylori*, flagelados como la *Giardia lamblia*, sobre crecimiento por hongos y levaduras del género *Candida* (Audisio *et al.*, 2013; Rodriguez, 2010; Lovene *et al.*, 2017 y CANIA, 2009) bacterias anaerobias como *Clostridium difficile* y bacterias pro-inflamatorias como *Suterella* sp24 generando elevación de marcadores de inflamación intestinal como calprotectina, Lactoferrina, enterotoxina derivada del eosinófilo y anticuerpos de tipo Anti-ASCA (Montiel *et al.*, 2017).

Esas alteraciones están asociadas además a una deficiencia en una o más enzimas disacaridasas (Williams *et al.*, 2011 y Kushak *et al.*, 2017), especialmente lactasa y maltasa, que les impide desdoblar adecuadamente los carbohidratos y/o presentan mayor permeabilidad en las barreras naturales al estar alterada la zonulina (Esnafoğlu, 2017), que al penetrar en la circulación sistémica produce las anormalidades en la conducta descritas en el autismo, como el desarrollo del lenguaje, la comunicación, las relaciones sociales y las alteraciones sensoriales, que afectan el funcionamiento de todos los procesos implicados en la cognición y la comunicación, además de una respuesta inmunitaria inadecuada, y alergia a múltiples alimentos (Higuera, 2010; Carmenate *et al.*, 2023; Knivsberg *et al.*, 2001; Johnson *et al.*, 2007 y Adams *et al.*, 2018).

**Tabla 3.**

*Signos clínicos y alteraciones gastrointestinales en niños escolares con TEA*

| Evaluación<br>clínica                   | Total |      | Femenino |      | Masculino |      | P      |
|-----------------------------------------|-------|------|----------|------|-----------|------|--------|
|                                         | n     | %    | n        | %    | n         | %    |        |
| Apatía                                  | 19    | 34,5 | 4        | 30,8 | 15        | 35,7 | 0,743  |
| Irritabilidad                           | 25    | 45,5 | 6        | 46,2 | 19        | 45,2 | 0,954  |
| Estomatitis                             | 6     | 10,9 | 2        | 15,4 | 4         | 9,5  | 0,554  |
| Queilosis                               | 2     | 3,6  | 0        | 0,0  | 2         | 4,8  | 0,423  |
| Dermatitis                              | 2     | 3,6  | 0        | 0,0  | 2         | 4,8  | 0,423  |
| Palidez                                 | 22    | 40,0 | 9        | 69,2 | 13        | 31,0 | 0,014* |
| Xerosis                                 | 13    | 23,6 | 1        | 7,7  | 12        | 28,6 | 0,122  |
| Encías esponjosas                       | 7     | 12,7 | 3        | 23,1 | 4         | 9,5  | 0,200  |
| Encías sangrantes                       | 6     | 10,9 | 2        | 15,4 | 4         | 9,5  | 0,554  |
| Despigmentación<br>de cabello           | 8     | 14,5 | 2        | 15,4 | 6         | 14,3 | 0,922  |
| Sequedad de<br>cabello                  | 20    | 36,4 | 6        | 46,2 | 14        | 33,3 | 0,401  |
| Desprendimiento<br>de cabello           | 6     | 10,9 | 1        | 7,7  | 5         | 11,9 | 0,670  |
| Ascitis                                 | 13    | 23,6 | 2        | 15,4 | 11        | 26,2 | 0,423  |
| <b>Alteraciones gastrointestinales</b>  |       |      |          |      |           |      |        |
| Diarrea                                 | 22    | 40,0 | 7        | 53,8 | 15        | 35,7 | 0,244  |
| Heces con<br>alimentos mal<br>digeridos | 21    | 38,2 | 5        | 38,5 | 16        | 38,1 | 0,981  |
| Heces con flema                         | 12    | 21,8 | 5        | 38,5 | 7         | 16,7 | 0,096  |
| Gases                                   | 26    | 47,3 | 4        | 30,8 | 22        | 52,4 | 0,173  |
| Flatulencias<br>fétidas                 | 39    | 70,9 | 9        | 69,2 | 30        | 71,4 | 0,879  |
| Gases (eructos)                         | 20    | 36,4 | 7        | 53,8 | 13        | 31,0 | 0,134  |
| Úlcera gástrica                         | 7     | 12,7 | 2        | 15,4 | 5         | 11,9 | 0,742  |
| Disbiosis intestinal                    | 11    | 20,0 | 3        | 23,1 | 8         | 19,0 | 0,751  |
| Reflujo (ERGE)                          | 9     | 16,4 | 0        | 0,0  | 9         | 21,4 | 0,068  |
| Infección Fúngica                       | 8     | 14,4 | 2        | 15,4 | 6         | 14,3 | 0,922  |
| Estreñimiento                           | 32    | 58,2 | 9        | 69,2 | 23        | 54,8 | 0,355  |
| Vómito                                  | 10    | 10,2 | 2        | 15,4 | 8         | 19,0 | 0,765  |
| Dolor abdominal                         | 30    | 54,5 | 8        | 61,5 | 22        | 52,4 | 0,562  |
| Distensión<br>abdominal                 | 31    | 56,4 | 6        | 16,2 | 25        | 59,5 | 0,396  |
| Infección<br>parasitaria                | 18    | 32,7 | 5        | 38,5 | 13        | 31,0 | 0,614  |

Valores expresados en frecuencia (n) y porcentaje (%). Prueba de Chi-cuadrado de Pearson, \*diferencia significativa al nivel  $p < 0,05$

Al tomar en cuenta las recomendaciones de energía y de nutrientes para la población venezolana, se encontró que el consumo usual de energía promedio de la población de niños con TEA fue normal 118,85 % ( $2\,152 \pm 567,80$  kcal/día) sin diferencias significativas entre géneros ( $p < 0,051$ ). Asimismo, el resto de los macronutrientes presentaron un comportamiento similar al anterior, siendo el consumo adecuado de proteínas, grasas y carbohidratos el diagnóstico dietético con mayor porcentaje entre los niños con TEA, sin diferencias entre los géneros. Resultados similares se encontraron en un estudio realizado en Argentina, donde se halló un aporte calórico promedio de 2051 kcal con un porcentaje de adecuación promedio de 104 %. Asimismo, se encontró un consumo promedio de 85,27 gramos de proteínas, destacando que la totalidad de la muestra se encontraba consumiendo un nivel mayor al requerimiento adecuado de proteínas (Audisio *et al.*, 2013). Del mismo modo no se encontró una relación

entre el consumo de macronutrientes y las alteraciones gastrointestinales.

Debido a los resultados antes mencionados y a que diversos autores han asociado el consumo de gluten y caseína con la aparición de alteraciones gastrointestinales, se procedió a evaluar el consumo de las mismas en este grupo, reportando que los niños evaluados incluían estos alimentos en su dieta. Alimentos como la leche completa, el queso blanco suave, el pan, la pasta, galletas y tortas superaban más del 80 % de inclusión en la dieta, lo cual es similar a lo hallado en Paraguay donde el 94 % de los niños evaluados consumían leche de vaca o derivados de la misma y 74 % consumían alimentos con gluten (Ojeda *et al.*, 2013). Además, al evaluar el consumo de gluten y caseína, podemos evidenciar que el consumo promedio de los mismos fue mayor en los niños en comparación con las niñas encontrándose diferencias estadísticamente significativas en el caso del consumo del gluten (Tabla 4).

**Tabla 4.**

*Ingesta de energía, nutrientes y porcentaje de adecuación en niños con TEA*

|                          | <b>Total</b>        | <b>Femenino</b>    | <b>Masculino</b>    | <b>p</b> |
|--------------------------|---------------------|--------------------|---------------------|----------|
| Consumo Calorías (kcal)  | 2152 $\pm$ 567,80   | 1880 $\pm$ 515,10  | 2236 $\pm$ 562,35   | 0,051    |
| Adecuación Calorías (%)  | 118,85 $\pm$ 31,80  | 113,28 $\pm$ 28,74 | 120,57 $\pm$ 32,82  | 0,782    |
| Consumo Proteínas (g)    | 78,26 $\pm$ 22,01   | 72,01 $\pm$ 19,11  | 80,21 $\pm$ 22,70   | 0,255    |
| Adecuación Proteínas (%) | 116,19 $\pm$ 36,31  | 118,73 $\pm$ 43,54 | 115,40 $\pm$ 34,33  | 0,968    |
| Consumo Grasas (g)       | 64,07 $\pm$ 34,88   | 55,36 $\pm$ 39,36  | 66,76 $\pm$ 33,42   | 0,201    |
| Adecuación Grasas (%)    | 103,95 $\pm$ 51,66  | 96,90 $\pm$ 62,52  | 106,13 $\pm$ 48,48  | 0,342    |
| Consumo CHO (g)          | 330,07 $\pm$ 100,06 | 284,80 $\pm$ 80,02 | 344,09 $\pm$ 102,29 | 0,067    |
| Adecuación CHO (%)       | 133,30 $\pm$ 44,40  | 125,38 $\pm$ 38,36 | 135,75 $\pm$ 46,26  | 0,513    |
| Consumo de gluten (g)    | 16,12 $\pm$ 15,42   | 8,61 $\pm$ 11,24   | 18,44 $\pm$ 15,91   | 0,044*   |
| Consumo de caseína       | 18,78 $\pm$ 12,43   | 13,98 $\pm$ 13,03  | 20,27 $\pm$ 12,00   | 0,111    |

CHO = Carbohidratos. Prueba de U Mann-Whitney, \*diferencia significativa al nivel  $p < 0,05$

La relación entre el perfil nutricional y las alteraciones gastrointestinales (MGI) en niños con TEA se muestra en la tabla 5, para la evaluación del perfil nutricional se procedió a evaluar cada indicador por separado. En este sentido, desde el punto de vista antropométrico no se encontró una relación entre el diagnóstico del mismo y las alteraciones gastrointestinales en niños con TEA ( $r = -0,103$ ,  $p = 0,455$ ).

Siguiendo este orden de ideas se encontró una correlación positiva estadísticamente significativa entre los signos clínicos nutricionales y las alteraciones gastrointestinales ( $r = 0,636$   $p = 0,000$ ) el cual indica que, a mayores alteraciones gastrointestinales, existen mayores signos clínicos de deficiencia nutricional. No obstante, al correlacionar la evaluación dietética con las alteraciones gastrointestinales se evidenció que no hubo relación entre el consumo promedio de macronutrientes y las alteraciones gastrointestinales (calorías  $p = 0,354$ , proteínas  $p = 0,186$ , grasas  $p = 0,151$ , CHO  $p = 0,176$ ), del mismo modo tampoco se observó relación entre la adecuación de macronutrientes y MGI (calorías  $p = 0,863$ , proteínas  $p = 0,761$ , grasas  $p = 0,176$ , CHO  $p = 0,456$ ).

Al relacionar los resultados antes expuestos y basándonos en la información científica aportada por diversos autores sobre la influencia de los alimentos que poseen en su composición química proteínas como el gluten y caseína en la aparición de las alteraciones gastrointestinales en niños con TEA (Carmenate *et al.*, 2023; Knivsberg *et al.*, 2001; Johnson *et al.*, 2007 y Adams *et al.*, 2018), se procedió a relacionar el consumo del gluten y la caseína con las alteraciones gastrointestinales, y aunque las cantidades de gluten y caseína

no eran altas, se encontró una relación positiva estadísticamente significativa entre el consumo de gluten y las MGI ( $r = 0,369$   $p = 0,006$ ), mientras que el consumo de caseína arrojó una tendencia positiva ( $r = 0,225$   $p = 0,099$ ) lo cual refiere que mientras mayor es el consumo de estas proteínas, mayores son las alteraciones gastrointestinales en este grupo. Esto indica que no es necesario un consumo elevado de estas proteínas para evidenciar alteraciones gastrointestinales en las personas con TEA.

Estos resultados concuerdan con lo encontrando por Adams y col, en el año 2011 donde se encontró que las alteraciones gastrointestinales están relacionadas con el consumo de gluten y caseína, y a su vez está fuertemente correlacionado con la severidad del autismo ( $r = 0,59$ ,  $p < 0,001$ ) 29 lo que concuerda con los resultados hallados en la presente investigación donde se obtuvo una relación positiva estadísticamente significativa ( $r = 0,648$   $p = 0,000$ ) entre el grado de autismo de estos niños con las alteraciones gastrointestinales. En este sentido múltiples estudios (Audisio *et al.*, 2013; Adams *et al.*, 2011 y Adams *et al.*, 2018) afirman el papel de una dieta libre de gluten y caseína como tratamiento para mejorar las alteraciones gastrointestinales y la conducta del TEA, como la investigación realizada por Hernández y col, donde se concluyó que una intervención nutricional a niños con TEA con dieta sin gluten y caseína (principalmente de pan de barra, yogurt y leche) se relaciona con el descenso de signos y síntomas gastrointestinales asociados a permeabilidad intestinal, mejorando la capacidad de absorción de los nutrientes (Hernández *et al.*, 2017).

Del mismo modo un estudio controlado aleatorizado, evaluó el efecto de la dieta libre de gluten y caseína sobre el

comportamiento en un total de 20 niños con TEA entre 4 y 11 años, de los cuales 10 fueron sometidos a la dieta y 10 fueron los controles, obteniendo como resultado una reducción de los comportamientos relacionados con el autismo en el grupo sometido a dieta (Adams *et al.*, 2011). De igual manera, un estudio realizado en Arizona en el año 2018 evaluó el efecto de una dieta libre de gluten, caseína y soya encontrando una mejora significativa en la capacidad intelectual

no verbal en el grupo de tratamiento en comparación con el grupo sin tratamiento lo cual sugiere que una intervención nutricional y dietética integral es eficaz para mejorar el estado nutricional, el coeficiente intelectual, los síntomas del autismo y otros síntomas en la mayoría de las personas con TEA. Igualmente, se ha reportado la reaparición de los rasgos relacionados al TEA después de abandonar la dieta (Knivsberg *et al.*, 2001 y Adams *et al.*, 2018).

**Tabla 5.**

*Estudio de correlación de Pearson entre el perfil nutricional y las alteraciones gastrointestinales en niños con TEA*

|                            | Alteraciones Gastrointestinales |        |
|----------------------------|---------------------------------|--------|
|                            | r                               | p      |
| Diagnostico antropométrico | -0,103                          | 0,455  |
| Signos clínicos            | 0,636                           | 0,000* |
| Calorías consumidas        | 0,127                           | 0,354  |
| Proteínas consumidas       | 0,181                           | 0,186  |
| Grasas consumidas          | 0,196                           | 0,151  |
| CHO consumidos             | -0,014                          | 0,176  |
| Adecuación Calorías        | 0,024                           | 0,863  |
| Adecuación Proteínas       | 0,042                           | 0,761  |
| Adecuación Grasas          | 0,185                           | 0,176  |
| Adecuación CHO             | -0,103                          | 0,456  |
| Consumo de gluten          | 0,369                           | 0,006* |
| Consumo de Caseína         | 0,225                           | 0,099  |
| Grado de TEA               | 0,648                           | 0,000* |

\*La correlación es significativa al nivel  $p < 0,01$ . r= Coeficiente de correlación de Pearson

## CONCLUSIONES

El presente trabajo evidencia que la evaluación específica en el consumo de ciertos alimentos como aquellos ricos en gluten y caseína tienen un efecto directo en las alteraciones gastrointestinales en estos niños, que debido a errores presentes en su metabolismo inciden a su vez en el

aumento de la hiperactividad, alteración del comportamiento y conducta, así como en la deficiencia de absorción de nutrientes esenciales provocando la aparición de signos clínicos de deficiencia nutricional, por lo que una intervención nutricional temprana es un abordaje eficaz para

mejorar los síntomas característicos de esta entidad clínica, siendo el eje en los tratamientos biomédicos y una nutrición basada en evidencias científicas para llegar a una nutrición basada en la resolución de problemas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Adams, J. B., Audhya, T., Geis, E., Gehn, E., Fimbres, V., Pollard, E. L., Mitchell, J., Ingram, J., Hellmers, R., Laake, D., Matthews, J. S., Li, K., Naviaux, J. C., Naviaux, R. K., Adams, R. L., Coleman, D. M., y Quig, D. W. (2018). Comprehensive Nutritional and Dietary Intervention for Autism Spectrum Disorder-A Randomized, Controlled 12-Month Trial. *Nutrients*, 10(3), 369. <https://doi.org/10.3390/nu10030369>
- Adams, J., Johansen, L., Powell, L., Quig, D., y Rubin, R. (2011). Gastrointestinal flora and gastrointestinal status in children with autism--comparisons to typical children and correlation with autism severity. *BMC Gastroenterology*, 11(16), 11–22. <https://doi.org/10.1186/1471-230X-11-22>
- Asociación Americana de Psiquiatría. (2014). Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales (DSM-5®) (5.a ed.). Arlington, VA: Asociación Americana de Psiquiatría.
- Audisio, A., Laguzzi, J., Lavanda, I., Leal, M., Herrera, J., Carrazana, C., y Cilento Pintos, C. A. (2013). Mejora de los síntomas del autismo y evaluación alimentaria nutricional luego de la realización de una dieta libre de gluten y caseína en un grupo de niños con autismo que acuden a una fundación. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*, 33(3), 39–47. <https://doi.org/10.12873/333glutencasein>
- Borno, S. (2005). Alimentación y salud: Anemias nutricionales. *CANIA*, 12, 22–35.
- Carmenate, I., Alvarez, C., y Clemente, M. (2023). Relación entre el autismo infantil y la microbiota intestinal. *Revista del Hospital Psiquiátrico de La Habana*, 20(1), e309. <https://revhph.sld.cu/index.php/hph/article/view/309/177>
- Centro de atención nutricional infantil antimano. (2009). Nutrición en pediatría (2<sup>da</sup> ed. ampl.). Caracas: Empresas Polar.
- de Onis, M., Onyango, A. W., Borghi, E., Siyam, A., Nishida, C., & Siekmann, J. (2007). Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bulletin of the World Health Organization*, 85(9), 660–667. <https://doi.org/10.2471/blt.07.043497>
- Egan, A., Dreyer, M., & Odar, C. (2013). Obesity in young children with autism spectrum disorders: Prevalence and associated factors. *Childhood Obesity*, 9(2), 125–131. <https://doi.org/10.1089/chi.2012.0028>
- Esnafoğlu, E., Cırık, S., Ayyıldız, S. N., Erdil, A., Ertürk, E. Y., Dağlı, A., & Noyan, T. (2017). Increased Serum Zonulin Levels as an Intestinal Permeability Marker in Autistic Subjects. *The Journal of Pediatrics*, 188, 240–244. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2017.04.004>

- González, L., López, K., Navarro, D., Negron, L., Flores, L., Rodríguez, R., Martínez, M., y Sabra, A. (2006). Características endoscópicas, histológicas e inmunológicas de la mucosa digestiva en niños autistas con síntomas gastrointestinales. *Archivos Venezolanos de Puericultura y Pediatría*, 69(1), 19–25. [http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/revista\\_avpp/article/view/28946](http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/revista_avpp/article/view/28946)
- Hernández Cruz, A. C., López Ordaz, L. G., Garza Sepúlveda, G., Cuellar Robles, S., Márquez Zamora, L., y Sánchez Peña, M. A. (2017). Impacto del bajo consumo de alimentos con gluten y caseína sobre síntomas gastrointestinales en niños de 3-12 años de edad con trastorno del espectro autista. *RESPYN Revista Salud Pública y Nutrición*, 16(3), 1–5. <https://doi.org/10.29105/respyn16.3-1>
- Hernández, R., Fernández, D., y Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación (4<sup>ta</sup> ed.). México: McGraw Hill.
- Higuera, C. M. (2010). Tratamientos biológicos del autismo y dietas de eliminación. *Revista Chilena de Pediatría*, 81(3), 204–214. <https://doi.org/10.4067/S0370-41062010000300002>
- Instituto Nacional de Nutrición (INN) y Fundación Cavendes. (2001). Tabla de Composición de Alimentos para Uso Práctico (Publicación 54, Serie Cuadernos Azules, pp. 42–45).
- Instituto Nacional de Nutrición y Fundación Cavendes. (2000). Valores de Referencia de Energía y Nutrientes para la Población Venezolana. Serie de Cuadernos Azules.
- Iovene, M. R., Bombace, F., Maresca, R., Sapone, A., Lardino, P., Picardi, A., Marotta, R., Schiraldi, C., Siniscalco, D., Serra, N., de Magistris, L., y Bavaccio, C. (2017). Intestinal Dysbiosis and Yeast Isolation in Stool of Subjects with Autism Spectrum Disorders. *Mycopathologia*, 182(3-4), 349–362. <https://doi.org/10.1007/s11046-016-0068-6>
- Johnson, C. P., Myers, S. M., y American Academy of Pediatrics Council on Children With Disabilities. (2007). Identification and evaluation of children with autism spectrum disorders. *Pediatrics*, 120(5), 1183–1215. <https://doi.org/10.1542/peds.2007-2361>
- Knivsberg, A. M., Reichelt, K. L., y Nødland, M. (2001). Reports on dietary intervention in autistic disorders. *Nutritional Neuroscience*, 4(1), 25–37. <https://doi.org/10.1080/1028415x.2001.11747348>
- Kushak, R. I., Winter, H. S., Buie, T. M., Cox, S. B., Phillips, C. D., y Ward, N. L. (2017). Analysis of the duodenal microbiome in autistic individuals: Association with carbohydrate digestion. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 64(5), e110–e116. <https://doi.org/10.1097/MPG.0000000000001458>
- Luna, R. A., Oezguen, N., Balderas, M., Venkatachalam, A., Runge, J. K., Versalovic, J., y Williams, K. C. (2016). Distinct microbiome-neuroimmune signatures correlate with functional abdominal pain in children with autism spectrum disorder. *Cellular and Molecular Gastroenterology and Hepatology*, 3(2), 218–230. <https://doi.org/10.1016/j.jcmgh.2016.11.008>

- Martínez-Méndez, D. K., & Semprún-Hernández, N. (2017). Increased levels of ascorbic acid in high-functioning autism spectrum disorder not correlated with dietary intake. *Current Topics in Biochemical Research*, 18, 87–90. <https://www.researchgate.net/publication/324571440>
- Montiel-Nava, C., y Peña, J. A. (2008). Epidemiological findings of pervasive developmental disorders in a Venezuelan study. *Autism: The International Journal of Research and Practice*, 12(2), 191–202. <https://doi.org/10.1177/1362361307086663>
- Ojeda, A. L., Recalde, A. A., y Sánchez, S. F. (2013). Perfil nutricional de niños y adolescentes con trastornos del espectro autista del área metropolitana de Asunción. *Pediatría (Asunción)*, 40(2), 133–143. [https://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1683-98032013000200004](https://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1683-98032013000200004)
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (15 de noviembre de 2023). Trastornos del espectro autista. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/autism-spectrum-disorders>
- Rodríguez, E. (2010). Nutrición y autismo en edad pediátrica. [Facultad de Ciencias Médicas, Universidad de FASTA]. [http://redi.ufasta.edu.ar:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/445/2010\\_N\\_074.pdf](http://redi.ufasta.edu.ar:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/445/2010_N_074.pdf)
- Wang, L., Christophersen, C. T., Sorich, M. J., Gerber, J. P., Angley, M. T., y Conlon, M. A. (2013). Increased abundance of *Sutterella* spp. and *Ruminococcus torques* in feces of children with autism spectrum disorder. *Molecular Autism*, 4(1), 42. <https://doi.org/10.1186/2040-2392-4-42>
- Williams, B. L., Hornig, M., Buie, T., Bauman, M. L., Cho Paik, M., Wick, I., y Lipkin, W. I. (2011). Impaired carbohydrate digestion and transport and mucosal dysbiosis in the intestines of children with autism and gastrointestinal disturbances. *PLOS ONE*, 6(9), e24585. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0024585>

#### Declaración de roles de autores

- Lismary N. García-Muñoz: Conceptualización; Escritura, Revisión y edición, Administración del Proyecto.
- María G. García-Valecillo: Escritura; revisión y edición.
- Diego J. Romero-Hernández: Conceptualización; Escritura; Metodología, Análisis estadístico, revisión y edición.
- Andry A. Fuentes-Sánchez: Escritura; revisión y edición.
- Daniel Villalobos: Conceptualización, Metodología, Revisión y edición.

#### Financiamiento de la investigación/ Agradecimientos

El artículo de investigación contó con autofinanciamiento de los investigadores.

# Seguridad alimentaria y pobreza infantil en Perú: Análisis para el diseño de políticas públicas hacia el 2030

## *Food security and child food poverty in Peru: Analysis for public policy design toward 2030*

 Julio C. Navarro Falconi

julio.navarro4@unmsm.edu.pe 

Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Peru

Recibido: 01/08/2024

Revisado: 29/08/2024

Aceptado: 02/10/2024

Publicado: 10/01/2025

### RESUMEN

La seguridad alimentaria constituye uno de los desafíos más apremiantes del siglo XXI, especialmente en lo que respecta a la población infantil. Este artículo analiza la situación de la seguridad alimentaria y la pobreza alimentaria infantil a nivel global, regional y nacional, con énfasis en el caso peruano. A través de una revisión de datos actuales, se examina la prevalencia de la inseguridad alimentaria que afectó al 51 % de los hogares peruanos en el 2021 y su evolución hasta el 2023. Los datos revelan que globalmente 181 millones de niños menores de cinco años viven en situación de pobreza alimentaria grave, mientras que en Perú el 56,5 % de hogares con presencia de niños menores de 5 años presenta inseguridad alimentaria. El análisis identifica tres factores estructurales clave: entornos alimentarios precarios, malas prácticas alimentarias en la primera infancia y bajos niveles de ingresos. Los hallazgos demuestran que más del 54 % de los niños en pobreza alimentaria grave pertenecen a hogares de clase media o alta, indicando que el problema trasciende las barreras económicas tradicionales. Se proponen recomendaciones específicas para tomar en cuenta en la implementación de las políticas públicas peruanas orientadas a la Agenda 2030, incluyendo la transformación de sistemas alimentarios, el fortalecimiento de los sistemas de salud, la activación de mecanismos de protección social y la mejora de los sistemas de datos para lograr un monitoreo continuo.

**Palabras clave:** Inseguridad alimentaria, pobreza infantil, primera infancia.

### ABSTRACT

Food security is one of the most pressing challenges of the 21st century, especially concerning children. This article analyzes the situation of food security and child food poverty at the global, regional, and national levels, with emphasis on the case of Peru. Through a review of current data, it examines the prevalence of food insecurity that affected 51 % of Peruvian households in 2021 and its evolution through 2023. The data reveal that globally, 181 million children under five years of age live in severe food



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Rev. Investigaciones ULCB. Ene - Jul.12(1), 2025; ISSN: 2409 - 1537;83-96

poverty, while in Peru, 56.5 % of households with children under five are affected by food insecurity. The analysis identifies three key structural factors: poor food environments, inadequate feeding practices in early childhood, and low-income levels. The findings show that more than 54 % of children in severe food poverty belong to middle- or upper-class households, indicating that the problem transcends traditional economic barriers. Specific recommendations are proposed to be considered in the implementation of Peruvian public policies aligned with the 2030 Agenda, including the transformation of food systems, strengthening health systems, activating social protection mechanisms, and improving data systems to enable continuous monitoring.

**Keywords:** Food insecurity, child poverty, early childhood.

## INTRODUCCIÓN

La seguridad alimentaria y la pobreza alimentaria infantil son problemas complejos y multifactoriales que afectan a millones de personas en el mundo, con implicaciones directas en el desarrollo humano, la salud y el bienestar social. En el contexto peruano, estos desafíos se han agravado en los últimos años debido a la combinación de factores estructurales, económicos, sociales y ambientales que impactan de forma diferenciada en las regiones del país.

Este artículo analiza de manera integral la situación de la seguridad alimentaria y la pobreza alimentaria infantil en Perú, identificando las causas subyacentes, los factores contextuales que intensifican el problema y algunas experiencias internacionales que ofrecen lecciones valiosas. A partir de este análisis, se proponen recomendaciones específicas para el diseño e implementación de políticas públicas sostenibles orientadas a garantizar el derecho a la alimentación adecuada hacia el 2030.

La inseguridad alimentaria no solo se traduce en carencia de alimentos, sino también en el acceso limitado a dietas diversas y nutritivas que puedan satisfacer los requerimientos específicos

de la primera infancia. Este fenómeno tiene consecuencias profundas para el desarrollo físico y cognitivo de los niños y perpetúa ciclos intergeneracionales de pobreza y exclusión. Por ello, comprender sus múltiples dimensiones es esencial para formular intervenciones efectivas y adaptadas a las particularidades culturales, geográficas y socioeconómicas del Perú.

Asimismo, la situación de pobreza alimentaria infantil se ve agravada por las profundas desigualdades existentes entre las áreas urbanas y rurales, así como por las brechas de acceso a servicios básicos de salud, educación y protección social. El análisis de estos factores evidencia que no existe una única causa del problema, sino un entramado de determinantes que requieren soluciones intersectoriales y coordinadas, la complejidad del problema obliga a mejorar y superar aquellos enfoques fragmentados o aislados para avanzar hacia políticas integrales y sostenibles.

Finalmente, es necesario destacar que el cumplimiento de la Agenda 2030 y el logro del Objetivo de Desarrollo Sostenible 2: Hambre Cero (ODS 2) implican compromisos concretos y sostenidos por parte del Estado, la sociedad civil y el sector privado. Algunas experiencias

internacionales han demostrado que es posible reducir de manera significativa la pobreza alimentaria infantil mediante la implementación de estrategias adaptadas a la realidad peruana que permitan garantizar el derecho a la alimentación adecuada para todos los niños y niñas del Perú.

## **DESARROLLO**

### **La seguridad alimentaria**

La seguridad alimentaria, según la definición establecida por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), existe “cuando todas las personas tienen, en todo momento, acceso físico, social y económico a alimentos suficientes, inocuos y nutritivos que satisfacen sus necesidades energéticas diarias y preferencias alimentarias para llevar una vida activa y sana” (FAO, 2024). Este concepto multidimensional se sustenta en cuatro pilares fundamentales que interactúan de manera compleja para determinar el estado nutricional de las poblaciones.

La disponibilidad de alimentos constituye el primer pilar, referido a la cantidad de alimentos disponibles a nivel nacional, regional y local. Esta dimensión está relacionada con el suministro suficiente de alimentos frente a los requerimientos de la población y depende de la producción local, regional, nacional o la importación de alimentos (FAO, 2024). Además, como lo señala el Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social de Perú (MIDIS), los factores determinantes incluyen la estructura productiva (pesca, agropecuaria, industrial), los sistemas de comercialización y distribución, factores productivos (tierras, crédito, agua, tecnología, recursos humanos), condiciones ecosistémicas (clima, biodiversidad)

políticas de producción y comercio y conflicto sociopolítico (MIDIS, 2024).

El acceso a los alimentos representa el segundo pilar, y se refiere a la posibilidad de los hogares de obtener alimentos en la cantidad y calidad necesaria para satisfacer las necesidades nutricionales. Este acceso puede lograrse a través de la adquisición directa, la asistencia social, donaciones o la autoproducción (MIDIS, 2024). Los principales determinantes del acceso incluyen el nivel y la distribución de los ingresos económicos, los precios de los alimentos y la producción primaria, así como el alcance de los programas de asistencia vinculados a la alimentación (FAO, 2024).

La utilización de alimentos constituye el tercer pilar, refiriéndose a la posibilidad de que el consumo de alimentos permite aprovechar de manera efectiva su potencial nutricional. Esta dimensión depende de factores como la cultura, el nivel de educación alimentaria y nutricional, y el acceso a bienes y servicios básicos para la preparación de alimentos. La utilización efectiva requiere prácticas adecuadas de almacenamiento, procesamiento y preparación, así como la disponibilidad de agua limpia y combustible adecuado (MIDIS, 2024).

Finalmente, la estabilidad representa el cuarto pilar, referido al acceso constante y confiable a alimentos suficientes, inocuos y nutritivos a lo largo del tiempo. Esta dimensión incluye factores como la producción estable de alimentos, los sistemas de distribución eficientes, el acceso sostenido a los mercados y la capacidad de resistir y recuperarse de diversas crisis que podrían amenazar la disponibilidad y el acceso a los alimentos.

## La pobreza alimentaria infantil

La pobreza alimentaria infantil, según el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), se define como “la incapacidad de los niños y niñas para obtener y consumir una alimentación nutritiva y variada en la primera infancia, es decir, en los cinco primeros años de vida” (UNICEF, 2023). Esta condición se caracteriza por la falta de acceso a una dieta diversa que incluya al menos 5 de 8 grupos alimentarios esenciales para el desarrollo saludable.

Los ocho grupos alimentarios necesarios para alcanzar la diversidad alimentaria mínima incluyen: leche materna, productos lácteos, alimentos cárnicos y pescados, huevos, legumbres y frutos secos, frutas y verduras ricas en vitamina A, otras frutas y verduras, y cereales, raíces y tubérculos. Los niños que acceden únicamente a entre cero y dos grupos diarios se encuentran en situación de pobreza alimentaria grave, mientras que aquellos que acceden a tres o cuatro grupos diarios se encuentran en situación de pobreza alimentaria moderada (UNICEF, 2024).

La medición de la pobreza alimentaria infantil utiliza el indicador de diversidad alimentaria mínima desarrollada por UNICEF y por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Este indicador evalúa la diversidad dietética de niños entre 6 y 23 meses de edad, extrapolando estos datos a la población menor de 5 años. La base de esta medición radica en que la diversidad dietética está asociada con la adecuación de micronutrientes y representa un indicador confiable de la calidad dietética en la primera infancia.

Las consecuencias de la pobreza alimentaria infantil son profundas y

multidimensionales. A corto plazo, incrementa el riesgo de enfermedades infecciosas, deficiencias de micronutrientes e incluso mortalidad infantil. A largo plazo, compromete el desarrollo físico, reduce el rendimiento escolar y limita severamente las oportunidades económicas en la adultez, perpetuando un ciclo intergeneracional de pobreza (UNICEF, 2023).

## Panorama mundial

La situación global de la seguridad alimentaria presenta un panorama alarmante que se ha deteriorado significativamente en las últimas décadas. Según el informe “El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo” (SOFI 2023), a nivel mundial la inseguridad alimentaria moderada o grave afectaba entre 1500 a 2000 millones de personas antes de la pandemia. Durante el 2020, primer año de la pandemia de COVID-19, se estimó que un 29,4 % de la población mundial (2 307 millones de personas) se encontraba en situación de inseguridad alimentaria, manteniéndose este porcentaje alrededor del 29,6 % para los años 2021 y 2022.

En términos de subalimentación o hambre, la situación se agravó considerablemente después de la pandemia, pasando de 621,8 millones de personas que padecían hambre en 2019 a más de 700 millones para los años siguientes, estimándose en 733 millones para 2023, equivalente a casi el 10 % de la población mundial (OMS, 2023) y un nivel similar de los años 2008 y 2009. Esta tendencia indica que el objetivo de erradicar el hambre al 2030 (ODS 2) parece inalcanzable, estimándose que alrededor de 600 millones de personas padecerán hambre para esa fecha.

En el contexto específico de la pobreza alimentaria infantil, los datos de UNICEF revelan que globalmente

181 millones de niños menores de 5 años (27 % de la población mundial en la primera infancia) viven en situación de pobreza alimentaria grave sin cambios significativos desde el año 2020. Esta crisis afecta desproporcionadamente a las regiones de Asia Meridional y África Subsahariana, que concentran más de dos tercios (68 %) de los niños afectados; respecto a Somalia, el 63 % de los niños sufren pobreza alimentaria grave como consecuencia de las sequías e inundaciones, en tanto que, en la Franja

de Gaza, el 90 % de los niños sobreviven con solo dos grupos alimentarios diarios (UNICEF, 2023).

Un hallazgo particularmente revelador es que más de la mitad (54 %) de los niños que sufren pobreza alimentaria grave pertenecen a hogares de clase media o alta. Este dato evidencia que el problema no radica exclusivamente en la falta de ingresos, sino también en factores como la desinformación nutricional, las prácticas culturales inadecuadas y el acceso facilitado a alimentos no saludables.

**Tabla 1.**  
*Factores relevantes que impactaron sobre avances o retrocesos en la seguridad alimentaria*

| Factor                    | Impacto: avance / retroceso                 | Escenario                                                                        |
|---------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Intervenciones integradas | Avance: Reducción del 50 % en Burkina Faso. | Programas que combinan agricultura, salud y protección social.                   |
| Crisis climáticas         | Retroceso: Pérdida de cultivos.             | Sequías en Somalia (63 % de afectados).                                          |
| Conflictos armados        | Retroceso: Colapso de sistemas.             | Gaza: 90 % de niños con dietas insuficientes.                                    |
| Dietas de mala calidad    | Retroceso: Obesidad y desnutrición.         | Asia Oriental: 45 % de niños con pobreza alimentaria por exceso de azúcar y sal. |

Fuente: UNICEF. (2024).

**Panorama en América Latina**

América Latina presenta particularidades significativas en términos de seguridad alimentaria. Para 2022, se estimó que 36,4 % de la población de América del Sur se encontraba expuesta a la inseguridad alimentaria moderada o grave, mientras que 12,7 % enfrentaba inseguridad alimentaria grave. Es importante destacar que los países de esta región no cuentan

en su mayoría con mediciones sistemáticas de inseguridad alimentaria, dependiendo de estimaciones realizadas por organismos internacionales.

Las comparaciones regionales revelan disparidades significativas entre los países sudamericanos. Uruguay presenta la menor prevalencia estimada con 15,2 %,

seguido por Chile con 18,1 %, Paraguay con 25,9 %, Colombia con 30 %, Brasil con 32,8 %, Argentina con 36,9 % y Ecuador con 37,3 %. En términos absolutos, Brasil supera a todos los países de la región con 70,3 millones de personas en inseguridad alimentaria, seguido de Perú con 16,9 millones de personas estimadas (FAO, 2023).

La región ha enfrentado desafíos adicionales derivados de la pandemia de COVID-19, conflictos geopolíticos y crisis económicas. Según el Banco Mundial, durante la pandemia se observó un incremento significativo de empleos informales y disminución de horas trabajadas, con efectos directos en la reducción de ingresos laborales. El porcentaje de hogares en inseguridad alimentaria en América Latina y El Caribe casi se duplicó del 12,8 % en el 2020 al 23,9 % en el 2021 (Banco Mundial, 2021).

### **Análisis de la situación en Perú**

#### **a) Evolución de la inseguridad alimentaria**

El Perú presenta el caso más crítico de inseguridad alimentaria en América del Sur, según los resultados del estudio “Evaluación de la Seguridad Alimentaria Ante Emergencias (ESAE) 2021” (MIDIS, 2023). Los hallazgos revelaron que la inseguridad alimentaria moderada o severa alcanzó al 51 % de los hogares peruanos, representando la mayor prevalencia estimada de la región.

Esta primera medición coincidió con el segundo año de la pandemia de COVID-19, caracterizado por aumentos significativos en los precios de los alimentos básicos, baja demanda laboral debido a los efectos económicos de la

pandemia, y medidas restrictivas de movilidad que causaron pérdidas masivas de empleos, especialmente en el sector informal.

Los resultados del ESAE 2023 muestran una evolución en la situación, aunque los datos específicos de prevalencia no se detallan completamente en la documentación disponible. Sin embargo, se identifica que el 56,5 % de los hogares con presencia de niños y niñas menores de 5 años presenta una situación de inseguridad alimentaria, lo que representa un dato particularmente preocupante para la población más vulnerable.

#### **b) Factores contextuales que agravaron la situación**

El período post pandemia en Perú se caracterizó por un mejor desempeño económico, con un crecimiento del 2,7 % en 2022 respecto al año anterior. Sin embargo, la pobreza monetaria se mantuvo en niveles altos, afectando al 27,5 % de los peruanos durante el 2022, mientras que la inflación alcanzó el nivel más alto de los últimos 26 años con un 8,6 %.

Adicionalmente, el país enfrentó múltiples crisis simultáneas que exacerbaron la inseguridad alimentaria. Las protestas sociales, con más de mil protestas colectivas registradas a inicios de 2023, la inestabilidad política evidenciada por 8 cambios ministeriales en el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego durante el 2022, y eventos climatológicos adversos como la peor sequía registrada en 50 años, heladas, altos costos de insumos y escasez de fertilizantes afectaron significativamente la producción agrícola.

El contexto internacional también impactó negativamente sobre la situación

peruana. El conflicto entre Ucrania y Rusia repercutió en el incremento de los precios del petróleo, granos, trigo y cereales, influyendo en el alza de precios del transporte y alimentos. Particularmente relevante fue que el 80 % de los fertilizantes se importaban de Rusia, siendo la urea el más utilizado, cuya importación se redujo en 84% durante el primer trimestre de 2022 (MIDIS, 2023).

### **c) Características demográficas y geográficas**

El análisis de la inseguridad alimentaria en Perú revela disparidades significativas según las características demográficas y geográficas. A nivel del ámbito geográfico, las diferencias entre regiones naturales (costa, sierra y selva) y entre áreas urbanas y rurales muestran patrones distintivos que requieren intervenciones diferenciadas.

La metodología empleada en el ESAE 2023 utilizó el Enfoque Consolidado para Reportar Indicadores de Seguridad Alimentaria (CARI) del Programa Mundial de Alimentos (WFP), que evalúa tres indicadores principales: consumo de alimentos, vulnerabilidad económica y estrategias de afrontamiento de medios de vida. Esta metodología permite una comprensión integral de las dimensiones múltiples de la inseguridad alimentaria.

El estudio abarcó 4 700 hogares distribuidos en los 25 estratos del país (23 departamentos, Lima metropolitana y Lima provincias), con representatividad nacional, urbana nacional, rural nacional y por dominios geográficos. La recolección de datos se realizó entre marzo y julio de 2023 a través de encuestas telefónicas estructuradas.

### **d) Factores estructurales identificados que perpetúan la inseguridad alimentaria**

- **Entornos alimentarios deficientes**

Los entornos alimentarios en Perú presentan características que contribuyen significativamente a la perpetuación de la inseguridad alimentaria, especialmente en la población infantil. En las zonas rurales, remotas y afectadas por conflictos, el abastecimiento de alimentos frescos y variados se ve frecuentemente interrumpido por fenómenos climáticos extremos, violencia, infraestructura deficiente o falta de mercados locales. Esta situación crea lo que se denomina “desiertos alimentarios”, donde incluso cuando las familias tienen medios económicos, simplemente no existe disponibilidad física de alimentos nutritivos.

En contraste, las zonas urbanas enfrentan el problema opuesto, pero igualmente grave: la sobreoferta de alimentos ultra procesados y de bajo valor nutricional. Estos productos, que suelen ser más baratos y ampliamente promovidos, relegan a un segundo plano las opciones saludables. Esta situación no sólo reduce la diversidad alimentaria, sino que genera hábitos alimentarios inadecuados que persisten hasta la adultez.

La transformación de los sistemas alimentarios requiere intervenciones específicas para garantizar que los alimentos saludables sean más accesibles, asequibles y atractivos. Esto implica abordar tanto la disponibilidad física como la accesibilidad económica,

considerando las particularidades geográficas y socioeconómicas del territorio peruano.

- **Prácticas alimentarias inadecuadas**

Las prácticas alimentarias en la primera infancia en Perú están profundamente influenciadas por factores culturales, sociales y educativos que frecuentemente limitan la diversidad y calidad de la dieta infantil. La transmisión intergeneracional de creencias y prácticas tradicionales, como evitar ciertos alimentos por temor a alergias o considerar que no son apropiados para niños pequeños, restringe significativamente las opciones alimentarias.

La falta de información confiable o la presencia de desinformación constituye otro factor crítico. Los sistemas de salud no siempre cuentan con recursos suficientes ni personal capacitado para ofrecer orientación nutricional adecuada y personalizada. Las madres y cuidadoras frecuentemente no reciben apoyo y capacitación para implementar prácticas adecuadas de alimentación complementaria, particularmente crítica entre los 6 y 24 meses de edad.

Adicionalmente, persisten estructuras sociales que limitan el acceso de las mujeres a la educación y a la toma de decisiones, afectando directamente la nutrición infantil. Esta situación se agrava en contextos rurales y en poblaciones indígenas, donde las barreras culturales y lingüísticas pueden impedir el acceso a información nutricional apropiada.

- **Vulnerabilidad económica**

La vulnerabilidad económica constituye uno de los determinantes más significativos de la inseguridad

alimentaria en Perú. Las familias que viven con ingresos por debajo del umbral de pobreza enfrentan limitaciones severas para acceder a alimentos frescos y nutritivos. Estas familias tienden a priorizar la cantidad sobre la calidad, adquiriendo alimentos calóricos pero pobres en nutrientes, como cereales, raíces o productos procesados, que resultan más accesibles económicamente.

Los alimentos de origen animal, vegetales frescos y productos lácteos son significativamente más costosos por caloría, especialmente en países de ingresos medios como Perú. Esta situación se agrava por la inflación alimentaria y la fluctuación al alza de los precios de los alimentos, junto con la ausencia de redes de protección social adecuadas.

La situación se complica por la prevalencia del empleo informal en el Perú, que caracteriza una proporción significativa de la fuerza laboral peruana. Los trabajadores informales enfrentan inestabilidad de ingresos, falta de beneficios sociales y ausencia de mecanismos de protección ante crisis económicas. Durante la pandemia, este sector fue particularmente afectado por las medidas de restricción, evidenciando la vulnerabilidad estructural del sistema económico peruano.

## **Sistemas de respuesta ante la inseguridad alimentaria en el Perú**

### **a) Sistema alimentario**

El sistema alimentario peruano presenta características mixtas que requieren transformaciones sustanciales para garantizar la seguridad alimentaria. Por un lado, el país cuenta con una

biodiversidad excepcional y tradiciones agrícolas milenarias que constituyen fortalezas fundamentales. Sin embargo, el sistema enfrenta desafíos significativos en términos de productividad, distribución y acceso.

La producción agrícola peruana se caracteriza por una marcada estacionalidad y vulnerabilidad ante eventos climáticos extremos. La sequía reportada como la peor en 50 años, junto con heladas y otros fenómenos meteorológicos adversos, ha demostrado la fragilidad del sistema productivo. Adicionalmente, la dependencia de fertilizantes importados, particularmente de Rusia, expone al sistema a vulnerabilidades geopolíticas.

Los mercados de alimentos presentan deficiencias en términos de infraestructura, cadenas de frío y sistemas de distribución, especialmente en áreas rurales y remotas. Esta situación genera pérdidas postcosecha significativas y limita el acceso de los productores a mercados que valoren la calidad y diversidad de sus productos.

## **b) Sistema de salud**

El sistema de salud peruano enfrenta limitaciones sustanciales para proporcionar servicios esenciales de nutrición, especialmente en el ámbito de la prevención y tratamiento de la malnutrición infantil. La insuficiencia de personal capacitado en nutrición, particularmente en establecimientos de primer nivel de atención y en comunidades rurales, limita la capacidad de brindar asesoría nutricional de calidad.

Los programas de crecimiento y desarrollo representan una oportunidad significativa para la intervención temprana,

pero requieren fortalecimiento en términos de cobertura, calidad y seguimiento. La integración de servicios nutricionales con otros servicios de salud materno infantil podría optimizar el uso de recursos y mejorar la efectividad de las intervenciones.

La capacitación y supervisión del personal de salud en temas de alimentación infantil requiere mejoras sustanciales. Los trabajadores de salud comunitarios podrían desempeñar un rol fundamental en la educación y seguimiento nutricional, pero necesitan capacitación adecuada y sistemas de apoyo.

## **c) Sistema de protección social**

El sistema de protección social peruano presenta cobertura limitada y fragmentación que afecta su efectividad para prevenir y mitigar la inseguridad alimentaria. Los programas existentes como el Programa Nacional de Alimentación Escolar (antes conocido como Qali Warma, ahora llamado Wasi Mikuna) y el Programa Nacional de Apoyo Directo a los más Pobres (conocido como Juntos), representan avances importantes, pero requieren evaluación y optimización para maximizar su impacto nutricional.

La falta de articulación entre programas sociales limita la efectividad de las intervenciones y puede generar duplicidades o vacíos en la cobertura. Un enfoque integrado que considere las múltiples dimensiones de la pobreza y la inseguridad alimentaria podría generar sinergias significativas.

Las transferencias monetarias condicionadas han demostrado efectividad en otros contextos latinoamericanos para mejorar la seguridad alimentaria infantil. Sin embargo, su implementación en Perú

requiere adaptación a las características locales y articulación con servicios de educación nutricional.

### **Experiencias exitosas y lecciones aprendidas**

La experiencia internacional proporciona valiosas lecciones para el diseño de políticas públicas en Perú. Hoy países como Burkina Faso, Nepal y Ruanda han logrado reducciones significativas en la pobreza alimentaria infantil grave mediante la implementación de intervenciones coordinadas y sostenidas.

Burkina Faso redujo la pobreza alimentaria infantil grave del 67 % (2010) al 32 % (2021), para ello combinó transferencias monetarias condicionadas con programas de educación alimentaria comunitaria, donde las madres recibieron formación sobre la importancia de la diversidad alimentaria y técnicas prácticas de preparación de alimentos nutritivos. Simultáneamente, implementaron subsidios que permitieron el acceso a productos frescos y fortalecieron las redes de producción local fomentando la agricultura familiar (UNICEF, 2024).

Nepal disminuyó la pobreza alimentaria infantil grave del 20 % (2011) al 8 % (2022), para ello desarrolló una estrategia nacional de nutrición infantil que integró vigilancia nutricional local, servicios de salud con intervenciones alimentarias, y empoderó a promotoras comunitarias para realizar visitas domiciliarias. Este modelo de atención comunitaria generó confianza y promovió cambios sostenibles en los hábitos alimentarios (UNICEF, 2024).

Ruanda implementó un enfoque integral que combinó agricultura inteligente con nutrición comunitaria, invirtiendo en infraestructura para el acceso al agua

e irrigación de cultivos nutritivos. Los programas escolares de alimentación no sólo mejoraron la nutrición infantil, sino que estimularon la economía local mediante la adquisición de productos de los agricultores locales (UNICEF, 2024).

El análisis de experiencias exitosas revela elementos comunes que podrían ser adaptados al contexto peruano. Estos incluyen el enfoque intersectorial, la formación y acompañamiento a las familias, el apoyo financiero directo y la promoción del acceso físico y económico a alimentos nutritivos.

La voluntad política sostenida constituye un elemento fundamental, manifestada en la asignación de recursos adecuados, la continuidad de programas más allá de los cambios gubernamentales, y la institucionalización de mecanismos de coordinación intersectorial. La participación comunitaria activa y el empoderamiento de las familias emergen como factores críticos para la sostenibilidad de las intervenciones.

Además, el monitoreo y evaluación constante de resultados permite ajustes oportunos y genera evidencia para la toma de decisiones informadas. Los sistemas de información robustos facilitan la identificación temprana de crisis alimentarias y de respuesta rápida ante emergencias.

### **Recomendaciones para implementar en las políticas públicas al 2030**

#### **1. Transformación del sistema alimentario**

##### **Diversificación y fortalecimiento de la producción local**

Implementar programas que promuevan la diversificación de cultivos

nutritivos, especialmente aquellos ricos en micronutrientes esenciales para el desarrollo infantil. Esto incluye el desarrollo de bio huertos familiares y comunitarios que produzcan frutas, verduras y legumbres, con especial énfasis en variedades nativas adaptadas a las condiciones locales.

### **Regulación de alimentos ultra procesados**

Implementar políticas regulatorias estrictas para limitar la publicidad de alimentos ultra procesados dirigida a niños, establecer etiquetado nutricional frontal obligatorio, y crear incentivos fiscales que favorezcan el consumo de alimentos frescos y nutritivos sobre productos procesados.

### **Fortalecimiento de la cadena de valor alimentaria**

Invertir en infraestructura de almacenamiento, cadenas de frío y sistemas de transporte que reduzcan las pérdidas postcosecha y garanticen la disponibilidad de alimentos frescos en todas las regiones del país con particular atención a las áreas rurales y remotas.

## **2. Fortalecimiento del sistema de salud**

### **Expansión de servicios nutricionales comunitarios**

Desarrollar una red de promotores de salud nutricional capacitados para brindar educación, consejería y seguimiento nutricional domiciliario, especialmente en comunidades rurales y periurbanas donde el acceso a servicios formales de salud es limitado.

### **Integración de servicios materno-infantiles**

Fortalecer la integración entre los programas de crecimiento y desarrollo, inmunizaciones, planificación familiar

y atención prenatal para crear un mecanismo continuo de atención que garantice intervenciones nutricionales oportunas desde la gestación hasta los 5 años.

### **Capacitación especializada del personal de salud**

Implementar programas de capacitación continua para profesionales y técnicos de salud en temas de nutrición infantil, alimentación complementaria y detección temprana de malnutrición, con certificación obligatoria y actualización periódica.

### **Sistemas de vigilancia nutricional**

Establecer un sistema nacional de vigilancia nutricional que permite el monitoreo continuo del estado nutricional infantil, la identificación temprana de crisis alimentarias y la evaluación del impacto de las intervenciones implementadas.

## **3. Mejora de sistemas de datos y monitoreo**

### **Sistema integrado de información nutricional**

Desarrollar una plataforma tecnológica que integre datos del sector salud, educación, agricultura y protección social para generar información en tiempo real sobre la situación nutricional infantil y la efectividad de las intervenciones.

### **Encuestas de seguridad alimentaria regulares**

Institucionalizar la realización de evaluaciones de seguridad alimentaria cada 2 años, utilizando metodologías estandarizadas que permitan comparabilidad temporal y geográfica, con énfasis en la situación de la primera infancia.

## **Observatorio de precios de alimentos nutritivos**

Crear un sistema de monitoreo permanente de precios de alimentos nutritivos esenciales en mercados locales de todo el país, permitiendo alertas tempranas ante incrementos que puedan afectar el acceso alimentario.

## **Evaluación de impacto de políticas**

Establecer mecanismos obligatorios de evaluación de impacto para todas las políticas y programas relacionados con seguridad alimentaria y nutrición infantil, con metodologías rigurosas y publicación transparente de resultados.

## **4. Coordinación intersectorial y gobernanza**

### **Pacto nacional por la nutrición infantil**

Promover un acuerdo político de largo plazo que trascienda periodos gubernamentales, estableciendo metas específicas, indicadores de seguimiento y mecanismos de rendición de cuentas para garantizar la continuidad de las políticas nutricionales.

### **Participación comunitaria institucionalizada**

Establecer mecanismos formales de participación de las comunidades en el diseño, implementación y evaluación de programas nutricionales, reconociendo el conocimiento local y promoviendo la apropiación comunitaria de las intervenciones.

### **Alianzas público-privadas responsables**

Desarrollar alianzas estratégicas con el sector privado para promover la producción, distribución y

comercialización de alimentos nutritivos, estableciendo estándares de responsabilidad social y ambiental.

La implementación efectiva de estas recomendaciones puede requerir una inversión sostenida estimada en 0,5 % del PIB anual distribuida entre los sectores involucrados. Sin embargo, los beneficios esperados en términos de desarrollo humano, reducción de costos de salud y mejora de la productividad económica justifican ampliamente esta inversión. El compromiso político sostenido, la coordinación intersectorial efectiva y la participación activa de las comunidades constituyen elementos fundamentales para el éxito de una agenda transformadora que conduzca al Perú hacia la seguridad alimentaria al 2030.

## **CONCLUSIONES**

El análisis de la situación de seguridad alimentaria y pobreza alimentaria infantil en Perú revela un panorama complejo que requiere intervenciones multisectoriales urgentes y coordinadas. La prevalencia de la inseguridad alimentaria del 51 % de los hogares peruanos en 2021, la más alta de América del Sur, junto con el 56,5 % de hogares con niños menores de 5 años en inseguridad alimentaria según datos del 2023, evidencia la magnitud del desafío que enfrenta el Perú.

Los hallazgos demuestran que la pobreza alimentaria infantil trasciende las barreras económicas tradicionales, afectando tanto a familias en situación de pobreza como a aquellas de clase media y alta. Esta realidad subraya la necesidad de abordar factores estructurales más profundos, incluyendo entornos alimentarios deficientes, prácticas

alimentarias inadecuadas y sistemas de protección social fragmentados.

La situación se agrava por factores contextuales como la inestabilidad política, eventos climáticos extremos, inflación alimentaria y dependencia de insumos agrícolas importados. Estos elementos evidencian la vulnerabilidad sistémica que caracteriza al sistema alimentario peruano y la urgencia de desarrollar mecanismos de resiliencia.

Las experiencias internacionales exitosas proporcionan evidencia de que es posible reducir significativamente la pobreza alimentaria infantil cuando existe voluntad política sostenida, enfoques intersectoriales coordinados y participación comunitaria activa. Países como Burkina Faso, Nepal y Ruanda han demostrado que intervenciones bien diseñadas e implementadas pueden generar cambios sustanciales en periodos relativamente cortos.

El marco conceptual de seguridad alimentaria, basado en los pilares de disponibilidad, acceso, utilización y estabilidad, proporciona una guía estructurada para el diseño de políticas

públicas integrales. Sin embargo, su implementación efectiva requiere adaptación a las particularidades geográficas, culturales y socioeconómicas del contexto peruano.

Además, resulta esencial priorizar la transformación del sistema alimentario peruano mediante la diversificación de la producción local, la reducción de pérdidas postcosecha y el control de la oferta de alimentos ultra procesados, con políticas claras y sostenidas en el tiempo.

También es indispensable fortalecer los sistemas de salud y protección social con un enfoque preventivo y comunitario, que permita ampliar la cobertura de servicios nutricionales y mejorar la educación alimentaria de las familias, especialmente en zonas rurales y poblaciones vulnerables.

Se requiere un compromiso político de largo plazo que garantice la coordinación intersectorial, la asignación de recursos adecuados y la participación activa de la sociedad civil y de las comunidades para lograr una agenda transformadora que permita avanzar hacia la erradicación de la pobreza alimentaria infantil al 2030.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Dalmau, P. (2025). El reto del siglo: lograr la seguridad alimentaria para todos. *Hedypatheia* 4. 36-53.
- FAO, Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (IFAD), Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), Programa Mundial de Alimentos (WFP) y Organización Mundial de la Salud (WHO). (2023). The State of Food Security and Nutrition in the World 2023. Urbanization, agrifood systems transformation and healthy diets across the rural–urban continuum. <https://doi.org/10.4060/cc3017en>
- Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social (MIDIS) y Programa Mundial de Alimentos de las Naciones Unidas (WFP) en el Perú (2024). Perú: evaluación de la seguridad alimentaria ante emergencias (ESAE), 2023. Midis, WFP. <https://evidencia.midis.gob.pe/esae-seguridad-alimentaria-2023-ife>

- Naciones Unidas. (2024). World Population Prospects 2024: Summary of results. UN. DESA/POP/2024/TR/NO. 9. [https://population.un.org/wpp/assets/Files/WPP2024\\_Summary-of-Results.pdf](https://population.un.org/wpp/assets/Files/WPP2024_Summary-of-Results.pdf)
- Navarro, J. (2025). La pobreza alimentaria infantil: una emergencia silenciosa que afecta millones. *Hedypatheia* 4. 54-63.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (1996). Declaración de Roma sobre la seguridad alimentaria mundial. <https://www.fao.org/4/w3613s/w3613s00.htm>
- UNICEF. (2024). Child Nutrition Report 2024. Child food poverty: Nutrition deprivation in early childhood. <https://www.unicef.org/media/157661/file/Child-food-poverty-2024.pdf>
- United Nations Development Programme. (2021). LAC High Frequency Phone Surveys: Result Briefs Phase II, Round 1- 2021. World Bank. <http://hdl.handle.net/10986/37306>
- WFP. (2021). Technical guidance for WFP: Consolidated Approach for Reporting Indicators of Food Security (CARI). <https://wfp.tind.io/record/130402/files/ELR%203430%20v.1.pdf>

#### **Declaración de roles de autores**

- Julio Navarro: Conceptualización; escritura, revisión y edición.

#### **Financiamiento de la investigación/ Agradecimientos**

El artículo de investigación contó con autofinanciamiento del investigador.

# El cambio climático y sus efectos en la conservación de la biodiversidad y la gastronomía

## *Climate change and its effects on biodiversity conservation and gastronomy*

 Victor Pulido-Capurro<sup>1</sup>

 Edith Olivera-Carhuaz<sup>1</sup>

 Augusto Dalmau<sup>2</sup>

esoc\_olicar@hotmail.com✉

1.- Universidad Privada San Juan Bautista. Lima, Perú.

2.- Universidad Le Cordon Bleu. Lima, Perú.

Aceptado: 01/09/2024

Revisado: 28/09/2024

Aceptado: 15/11/2024

Publicado: 10/01/2025

### RESUMEN

El cambio climático es una de las principales preocupaciones que afronta la especie humana en las actuales circunstancias. Los efectos que de ello se derivan son muchos en términos económicos, sociales y ambientales. En el presente artículo nos referimos a las implicancias de la conservación de la biodiversidad en el Perú y su estrecha relación con la gastronomía, una de las principales actividades económicas del país y un pilar fundamental en el reconocimiento y la preservación de nuestra identidad cultural. El objetivo es analizar los efectos del cambio climático sobre la biodiversidad y su impacto en la gastronomía peruana. La investigación es cualitativa y descriptiva, tomando como base tres ejes temáticos. Se concluye que el cambio climático está generando efectos significativos en la conservación de la biodiversidad, alterando los límites de distribución de las poblaciones y modificando los patrones poblacionales, lo que pone en riesgo la supervivencia de muchas especies. Asimismo, se destaca que la biodiversidad es el eje fundamental de insumos que abastecen la cocina peruana, por lo que los esfuerzos para su conservación contribuirán directamente a la sostenibilidad de la gastronomía en el país.

**Palabras clave:** Gastronomía, cambio climático, biodiversidad, especies de flora y fauna.

### ABSTRACT

Climate change is one of the main concerns facing the human species in the present circumstances. The resulting effects are many in economic, social and environmental terms. In this article we refer to the implications of biodiversity conservation in Peru and its close relationship with gastronomy, one of the country's main economic activities and a fundamental pillar in the recognition and preservation of our cultural identity. The objective is to analyze the effects of climate change on biodiversity and its impact on Peruvian gastronomy. The research is qualitative and descriptive, based on three thematic



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) International License

Rev. Investigaciones ULCB. Ene - Jul.12(1), 2025; ISSN: 2409 - 1537;97-114

axes. It is concluded that climate change is generating significant effects on the conservation of biodiversity, altering the distribution limits of populations and modifying population patterns, which puts the survival of many species at risk. It also highlights that biodiversity is the fundamental axis of inputs that supply Peruvian cuisine, so that conservation efforts will contribute directly to the sustainability of the country's gastronomy.

**Keywords:** Gastronomy, climate change, biodiversity, sustainability, flora and fauna.

## INTRODUCCIÓN

El cambio climático, el crecimiento de la población, la economía mundial, la defensa nacional, la salud, la seguridad alimentaria y la pobreza constituyen preocupaciones, que atraen nuestra atención; aunque mayores son las incertidumbres que demandan su evolución y desarrollo. En el actual escenario de crecimiento demográfico las variaciones que se producen a nivel mundial señalan que estamos construyendo una visión de futuro diferente donde los patrones de desarrollo humano posiblemente no son viables. Mas aun si se tiene en cuenta que la política, la economía, la cultura, la religión y los cambios ambientales, han delineado la ruta de los acontecimientos a través de la historia (Fuentes *et al.*, 2017).

La utilización de los recursos y la generación de todo tipo de residuos durante miles de años de civilización están llegando a desbordar la capacidad de la Tierra. En los últimos tiempos, el crecimiento demográfico, el acceso intensivo a fuentes de energía abundantes y de bajo costo y el uso masivo de la tecnología para intervenir en la naturaleza, han irrumpido dramáticamente en los ecosistemas (Olivera-Carhuaz y Pulido-Capurro, 2023). En décadas recientes, el aumento desmedido de los procesos de extracción, transformación, producción, transporte, consumo y generación de residuos ha llegado a superar los límites geológicos y

fisicoquímicos del planeta provocando una crisis ambiental, con serias consecuencias sociales y económicas a nivel global (Prats *et al.*, 2016).

En este escenario, el cambio climático viene ocasionando el incremento de la temperatura promedio de la superficie de la tierra y en los océanos, con variaciones en los patrones de precipitación, y sustanciales diferencias en la intensidad y regularidad de los eventos climáticos y la elevación del nivel promedio del mar (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2023). Los registros de temperatura del planeta en los últimos 100 000 años revelan que el cambio climático fue abrupto durante los primeros 90 000 años, y en los últimos 10 000 años el clima ha tenido una tendencia estable (Lovejoy, 2008). Históricamente, este período comprende los orígenes de los asentamientos humanos, el avance de la agricultura y la expansión de la ganadería y el inicio de la deforestación. El desarrollo de la civilización humana se ha sostenido bajo el supuesto de que el clima fue estable; sin embargo, el panorama nos muestra, que el aumento de las concentraciones de gases agudiza el efecto invernadero con drásticos cambios en el clima (Uriarte, 2010).

Desde mediados del siglo XX, la concentración de gases de efecto invernadero ha generado un aumento en la temperatura global promedio de 0,75 °C. En consecuencia, se han producido cambios

en el entorno físico: la ruptura temprana del hielo del congelamiento de lagos en la primavera, el retroceso de los glaciares en Alaska, Groenlandia; el derretimiento de los nevados en los trópicos, las altas cumbres de los glaciares como el Kilimanjaro y de los Andes tropicales se están reduciendo paulatinamente, el hielo marino del Ártico se está retirando a un ritmo cada vez más intenso, como se podría predecir a partir de la capacidad de absorción de calor del agua abierta en comparación con el hielo, por lo que se pronostica, pesimistamente, un Ártico sin hielo para 2030. El nivel de los océanos también está aumentando debido a la expansión térmica del agua de mar (Schoolmeester *et al.*, 2019 y Pallmall, 2021).

El Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2023), ha señalado que el calentamiento global aumentará 1,5 °C en el periodo 2030-2035, siempre y cuando no se actúe con rapidez. A fines del siglo XXI, el aumento de la temperatura de la superficie terrestre llegaría a los 2,6 y 4,8 °C, y el ascenso del nivel medio del mar alcanzaría entre 45 y 82 centímetros. Aunado a ello, las precipitaciones serían de mayor intensidad en las latitudes altas y en el Ecuador y disminuiría en las zonas subtropicales.

Otro referente es el aumento significativo de incendios forestales en los cinco continentes, los cuales están relacionados con la destrucción de recursos forestales, ganaderos, agrícolas y en algunos casos a pérdidas de vidas humanas e infraestructuras; aunque a veces el fuego tiene un rol en el modelado de los paisajes. Los veranos son más largos y cálidos y el derretimiento temprano de la nieve conduce a ambientes más secos y de mayor vulnerabilidad ante el fuego. La

sequía genera la sequedad del combustible, un factor determinante en la propagación del fuego (Pausas, 2020). Y la tendencia hacia el aumento en el número de ciclones tropicales. En agosto de 2017 a través de imágenes satelitales de Groenlandia se constataba que una región fría y con escasa vegetación como en esta región, se estaba incendiando (Úbeda y Francos, 2018).

En el Perú, el clima ha ido cambiando lentamente en los últimos tiempos debido al aumento irregular de la temperatura de la superficie del mar. Los escenarios climáticos muestran una amplificación en la variabilidad de las precipitaciones, relacionada con las condiciones más cálidas del fenómeno de El Niño, que ha generado condiciones climáticas extremas que afectan la agricultura, ganadería, los sistemas de salud, infraestructura, así como implicancias en los aspectos sociales, la economía y la gobernanza. El evento de El Niño 2017, ha sido el tercero más fuerte de los últimos tiempos, y en términos de precipitaciones e inundaciones de ríos causó devastadoras pérdidas económicas e impactos en la salud (Yglesias-Gonzalez *et al.*, 2023).

Del mismo modo, la biodiversidad viene siendo transformada directamente por efectos del cambio climático y que, sin embargo, ha contribuido significativamente a la evolución de las especies. La biodiversidad que es la suma de la diversidad genética, las especies y los ecosistemas, no está distribuida equitativamente en el planeta. Relativamente pequeñas áreas, especialmente en las partes altas de los Andes, contienen en espacios restringidos, importantes cantidades de especies endémicas, con rangos de distribución estrechos que resultan en zonas con alta concentración de especies y endemismos.

Pero también existen puntos críticos de biodiversidad, que son áreas de alta diversidad biológica, que se encuentran amenazadas por la actividad humana. Estas áreas distribuidas en los trópicos y en las altas montañas, han escapado a algunos efectos de la glaciación (Myers *et al.*, 2000; Ministerio del Ambiente, 2019 y Hernández-Ruedas *et al.*, 2019).

En este contexto, en el Perú, se ha desarrollado la gastronomía que es la muestra de una riqueza extraordinaria y que beneficia a millones de peruanos por el impacto económico y social que produce. Por tanto, genera enormes implicancias en las relaciones económicas y sociales de los diversos escenarios donde participan los actores de la industria alimentaria, en términos del tránsito de la biodiversidad desde el campo a la ciudad, la generación de empleos y la activación de servicios entre los que se encuentran hoteles, restaurantes y proveedores de insumos. Lo cual ha impactado de tal modo a fin de que nuestro país sea considerado como uno de los mejores destinos gastronómicos del mundo (Guardia, 2020).

Precisamente por ello, el Perú considerado por su gran riqueza de biodiversidad en el planeta ha dado lugar al desarrollo y evolución de una ubérrima gastronomía donde la cocina costeña destaca por sus dulces y la preparación de pescados crudos, la cocina andina por el consumo de tubérculos, el maíz, la carne de llama, alpaca y cuy, y la cocina de la selva, abundante en recursos amazónicos: carne de monte como el venado sajino, huangana, picuro, en pescados como el paiche, dorado, gamitana, frutos como el camu camu, el aguaje y otras preparaciones como el macerado de raíces (Luza, 2014).

La interrelación de estas tres variables nos lleva en el presente artículo a desarrollar un análisis de los efectos que viene generando el cambio climático en la conservación de la biodiversidad y su influencia en la gastronomía en el Perú.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Este estudio se desarrolló bajo un enfoque cualitativo con un diseño no experimental y de nivel descriptivo, dado que no se manipularon variables, sino que se buscó comprender y analizar los efectos del cambio climático sobre la biodiversidad y su impacto en la gastronomía peruana desde una perspectiva interpretativa (Hernández *et al.*, 2014; Katayama y Pulido, 2017 y Pulido-Capurro *et al.*, 2024).

El análisis se organizó a partir de tres ejes temáticos principales: Cambio climático en el contexto peruano, alteraciones en la biodiversidad (especies de flora y fauna) e implicancias en la gastronomía tradicional y contemporánea del Perú.

### **Diseño del estudio**

Se trata de un diseño no experimental, transversal y documental, ya que el estudio se centró en la recolección y análisis de información existente, sin intervención directa en los fenómenos observados. El análisis se basó en fuentes secundarias y literatura científica relevante, permitiendo una aproximación profunda a la problemática desde distintas dimensiones ambientales, ecológicas y culturales.

### **Procedimiento y recolección de datos**

Se llevó a cabo una búsqueda documental y sistemática de literatura científica y académica entre los años 2005 y 2024, a fin de garantizar la inclusión de estudios recientes y pertinentes. Las bases

de datos utilizadas fueron Scopus, Web of Science y SciELO.

La búsqueda se realizó en español e inglés, utilizando operadores booleanos (AND, OR) y los siguientes términos clave:

- “Cambio climático” AND “Perú”
- “Biodiversidad” OR “especies nativas” OR “flora y fauna”
- “Gastronomía peruana” OR “alimentación tradicional”
- “Impacto climático en alimentos”
- “Cambio climático” AND “sistemas alimentarios” AND “gastronomía”

También se revisaron informes de organismos internacionales dado que aportan datos actualizados sobre los efectos del cambio climático en la región andina y amazónica del Perú.

### **Criterios de inclusión y exclusión**

**Inclusión:** Estudios publicados en revistas académicas, informes técnicos, artículos con revisión por pares, documentos de organismos oficiales y literatura gris que abordaran al menos uno de los tres ejes temáticos en contexto peruano o sudamericano.

**Exclusión:** Artículos sin respaldo académico, notas periodísticas sin fuente científica, estudios fuera del contexto temporal (anteriores a 2005), o aquellos que abordaran los temas desde una perspectiva meramente teórica sin vínculo con el Perú.

### **Análisis de la información**

Los datos recolectados fueron organizados y analizados mediante una matriz de análisis temático, permitiendo identificar patrones, relaciones y efectos entre el cambio climático, la biodiversidad y la gastronomía. Además,

se aplicó un análisis crítico del discurso a ciertos documentos clave, con el fin de identificar narrativas predominantes sobre sostenibilidad, identidad cultural y adaptación gastronómica en el contexto del cambio climático.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **El cambio climático en el Perú**

La intensidad y los impactos del cambio climático en cada país están en relación directa a la heterogeneidad de los factores estructurales, características ambientales y socioeconómicas. Estos impactos, si bien desde varios siglos atrás, se han intensificado desde 1970 con la variación de la temperatura de la superficie global, la misma que se ha incrementado aproximadamente 0,99 °C durante el periodo 2001-2020, en relación a 1850-1900. Además, la capa de ozono estratosférico se ha reducido entre los 60,°N y 60,°S en cerca al 2,2 %, entre 1980 y 2017, debido a la contaminación producida por el hombre (Gulev *et al.*, 2023). Todo ello termina comprometiendo a diversos sectores productivos, actividades económicas, salud pública y las diferentes zonas de vida en el planeta (IPCC, 2023 y Cabezas, 2023).

En el Perú, como en otros lugares, el aumento progresivo de la temperatura promedio de la superficie de la tierra y del Océano Pacífico, provoca el retroceso de los glaciares, la modificación de los patrones anuales de precipitación, la elevación del nivel medio del mar y el aumento de la frecuencia e intensidad de El Niño y la Niña, lo cual viene produciendo variaciones en los sucesos climáticos, algunos de ellos extremos y que han venido cambiando por el incremento de los gases de efecto invernadero. Todo ello

trae como consecuencia la disminución del nivel de ingreso per cápita y el desarrollo de los procesos industriales serán cada vez menos eficientes, ocasionando daño a la infraestructura vial, la disminución de la generación de energía eléctrica, mayor riesgo en la frecuencia de desastres naturales, aumento en la intensidad de las precipitaciones, disminución del afloramiento de aguas ricas en nutrientes, variación en la distribución de recursos pesqueros e hidrobiológicos, menor disponibilidad de agua dulce para consumo humano, reducción de la producción y productividad agrícola, pecuaria, de los sistemas agrosilvopastoriles y pesquera, sabanización de los bosques tropicales, riesgo de inundación y salinización de las zonas costeras, pérdida de hábitats y variación en las propiedades físicas, químicas y biológicas de los lagos y ríos de agua dulce, y cambios en la composición de la biodiversidad (Vargas, 2009 y Navarro Guzmán *et al.*, 2020).

Ante esta situación, uno de los pasos más importantes que ha adelantado el Perú desde 1992 es constituirse en Parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), el cual ratificó en 1993, confirmando el compromiso de contribuir al objetivo de dicha Convención de “estabilizar la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera y evitar llegar a un nivel de interferencia antropogénica peligrosa”; lo cual se reafirma con la incorporación de nuestro país en el 2002 al Protocolo de Kioto (Ministerio del Ambiente, 2016).

Adicionalmente se ha elaborado el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático del Perú: un insumo para la actualización de la Estrategia Nacional

ante el Cambio, que rige desde el 2021, y constituye un hito en la acción climática, en cumplimiento de la Ley Marco sobre Cambio Climático (LMCC) y su Reglamento, el mismo que se enfoca en la planificación de la adaptación al cambio climático, cuyo contenido sirve para la actualización de la Estrategia Nacional ante el Cambio Climático (Ministerio del Ambiente, 2021).

Ahora bien, el Perú tiene 28 de los 35 climas identificados en el planeta y ocupa el tercer lugar en vulnerabilidad a los riesgos climáticos. En el 2021, el 25,9 % de la población estaba en condiciones de pobreza y un 4,1 % subsistía en condiciones de extrema pobreza; el 34,6 % conformaba la población en riesgo de caer en pobreza monetaria, ante posible cambio en la situación económica. Un gran porcentaje de la población se dedica a la agricultura, la pesca y otras labores que son afectadas directamente por el clima. El 90 % de la población vive en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas (Chirinos, 2021; Ministerio del Ambiente, 2021).

Sin embargo, el cambio climático está surtiendo de impactos a la biodiversidad en América Latina y el Caribe, de tal manera que las poblaciones y comunidades que dependen de la agricultura, la ganadería, pesca y caza, requieren de nuevas estrategias para la conservación de los recursos biológicos y ecosistémicos para así adoptar las medidas apropiadas para evitar o atenuar las consecuencias. El cambio climático está generando efectos directos sobre los procesos biológicos de los organismos a nivel individual, las poblaciones y los ecosistemas. Con respecto a los individuos, tendrán cambios en su desarrollo, fisiología, durante las fases de crecimiento, reproducción, migración y comportamiento

(Pulido *et al.*, 2021). La modificación en los patrones de precipitación y el aumento de la temperatura afectan la distribución, tamaño, estructura y abundancia de las poblaciones de algunas especies. Aunado a ello los efectos del cambio climático sobre el ciclo hidrológico, tenderían a variar las interacciones entre las especies, el ciclo de nutrientes y el funcionamiento, estructura y distribución misma de los ecosistemas. Esto, genera la alteración en los flujos y calidad de los servicios ambientales que prestan los ecosistemas (IPCC, 2023).

Desde fines del siglo XX se viene registrando un aumento en la temperatura promedio de cerca de un grado centígrado. Si bien el incremento de un grado centígrado no es significativo, se advierten graves consecuencias como menores rendimientos en cultivos en países en desarrollo (lo que puede desencadenar las hambrunas), deshielo y desaparición de algunos glaciares (desabastecimiento de agua) y pérdida de los componentes de los ecosistemas (Chirinos, 2021). Según la Tercera Comunicación Nacional del Perú, al 2014, del total de emergencias a nivel nacional, el 64 % correspondieron a eventos de origen climático, tales como sequías, lluvias, inundaciones, heladas. En los últimos 15 años, las emergencias por peligros naturales se incrementaron significativamente, de las cuales el 72 % fueron de origen climático (Ministerio del Ambiente, 2016).

En este escenario donde se intensifica el cambio climático y se acarrearán episodios más intensos, el Ministerio de Ambiente ha estado gestionando diferentes medidas de adaptación y mitigación. En el año 2010 se presentó el Plan de Acción de Adaptación y Mitigación frente al Cambio Climático, que establece las

acciones necesarias para implementar en las regiones a fin de enfrentar los riesgos que implica el cambio climático. En diciembre de 2019, el Ministerio del Ambiente presentó el Catálogo de Medidas de Mitigación, que incluye 62 lineamientos que se han venido trabajando en áreas de: energía y electricidad, sistemas de procesos industriales, gestión y manejo de desechos, agricultura, ganadería, uso de suelos, entre otros. El objetivo de estos lineamientos es lograr que, en el año 2050, el Perú se convierta en una economía con un aporte neto nulo en emisiones de GEI (Ministerio del Ambiente, 2016 y Chirinos, 2021).

## Biodiversidad

Se tienen referencias que, desde el segundo viaje de Colón a América en 1493, empieza la introducción de plantas cultivables y animales domésticos provenientes especialmente de Europa y otras latitudes (Capdevila *et al.*, 2006). Desde la llegada de los europeos a América, en el siglo XVI, han aportado al conocimiento de la estructura geológica y numerosas nuevas especies para la biodiversidad. Desde entonces y a través de un largo proceso histórico en donde destacan los viajes de los exploradores, se ha hecho posible el registro detallado de intercambios de especies entre Europa y América (Hernández-Ruedas *et al.*, 2019). Uno de los primeros entre 1799 y 1804, fue el famoso explorador científico, geógrafo y naturalista alemán Alexander von Humboldt, quien en compañía del francés Aimé Bonpland, recorrieron Venezuela, Ecuador, Colombia y Perú, y el producto de sus investigaciones fueron publicadas en su obra *Viaje a las Regiones Equinocciales* (Escobar-Mamani y Pulido-Capurro, 2021).

Estos viajes e intercambios se fueron intensificando a partir del siglo XVIII. Entre 1857 y 1869, el sabio italiano Antonio Raimondi exploró la costa y los Andes recogiendo valiosa información que fue publicada a partir de 1875, en seis tomos en su monumental obra *El Perú* (Escobar-Mamani y Pulido-Capurro, 2021). Aunque es a partir del siglo XX, en que el desarrollo y modernización de los medios de transporte ha contribuido en el desplazamiento de organismos vivos y se han reducido la duración de los viajes, lo que ha facilitado un mayor intercambio en cuanto a la diversidad de especies (Bendjoudi *et al.*, 2015). En 1945, Augusto Weberbauer, naturalista alemán, profesor de Botánica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos publicó una importante contribución al conocimiento de la flora en el Perú, en su obra *El Mundo Vegetal de los Andes Peruanos* (Pulido, 2023).

En 1951 el botánico y genetista ruso Nikolái Ivánovich Vavílov destacó que la región andina es uno de los centros de origen y diversificación de cultivos en el mundo. Desde hace diez mil años se viene domesticando plantas y animales, nuevas variedades, que las culturas pre Incas e Inca lograron generar en tierras altamente sostenibles y productivas (Vavilov, 1951 y Krapovickas, 2010).

Actualmente, el Perú es uno de los diecisiete países megadiversos, debido a que posee más del 70 % de la biodiversidad del planeta, representada por una gran variedad de ecosistemas, especies de flora y fauna, y diversidad genética, que no solo forman parte del patrimonio nacional, sino que contribuyen al desarrollo y la sostenibilidad regional y mundial. Se han registrado más de 20 375 especies de flora,

530 mamíferos, 1 892 aves, 446 reptiles, 1070 peces marinos, 873 peces de agua dulce; así como 84 de las 117 zonas de vida del planeta y más de 73 millones de hectáreas de bosques; y se han domesticado cinco especies de fauna silvestre y 182 especies de plantas domesticadas nativas y de este total 174 tienen origen andino y entre las más conocidas se tienen a la papa (*Solanum tuberosum*), maíz (*Zea mays*), oyuco (*Ullucus tuberosus*), oca (*Oxalis tuberosa*), quinua (*Chenopodium quinoa*), además de otras especies. Y especies introducidas como la paloma de Castilla *Columba livia*, la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*), (Brack, 2003; Cossíos, 2010; Ministerio del Ambiente, 2019 y Olivera-Carhuaz y Pulido-Capurro, 2023).

Para los Andes se registran unas 182 especies de plantas domesticadas nativas, de las cuales 174 son de origen andino como la papa (*Solanum tuberosum*), maíz (*Zea mays*), oyuco (*Ullucus tuberosus*), oca (*Oxalis tuberosa*), quinua (*Chenopodium quinoa*), entre otras especies valiosas. Existen cerca de 200 especies de papa, que se distribuyen en los Andes de Perú, Bolivia y Argentina; siendo que la principal especie, *Solanum tuberosum*, se domesticó en la región del lago Titicaca (Brack, 2003). También se cuenta con el inventario de Las Gramíneas del Perú de Oscar Tovar, que, en 1993, describió la flora agrostológica de 680 especies nativas (Brack, 2003 y Escobar-Mamani y Pulido Capurro, 2021). Ha contribuido con cinco especies nativas de animales domesticados que habitan en los Andes: llama (*Lama glama*), alpaca (*Lama pacos*), cuy (*Cavia porcellus*), pato criollo (*Cairina moschata*) y cochinilla (*Dactylopius coccus*) (Brack, 2003; Cossíos, 2018 y Pulido, 2023).

La representatividad de los ecosistemas está protegida en el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SINANPE), que administra 76 áreas naturales protegidas (ANP) bajo diferentes categorías de manejo como Parques Nacionales, santuarios Nacionales, Reservas Nacionales, Refugios de Vida Silvestre, Reservas Paisajísticas, Reservas Comunales, Bosques de Protección, Cotos de Caza y Zonas Reservadas, que abarcan 29 768 595,74 de hectáreas, que comprende el 17,90 % de la superficie terrestre protegida por ANP y el 7,89 % de la superficie marina protegida por ANP del territorio nacional y donde se protege la rica biodiversidad peruana, las bellezas escénicas y el legado de las poblaciones originarias andinas y amazónicas de nuestro país (Myers, 1990; Ministerio del Ambiente, 2023 y Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP), 2024).

En el Perú se cuenta con un importante número de humedales, ubicados tanto en las vertientes del Pacífico y del Atlántico como en la del Titicaca, con un estimado preliminar cercano a 8 millones de ha. También 13 humedales de importancia internacional o sitios Ramsar, que abarcan una superficie de 6 784 042 hectáreas, inscritos en la Convención Ramsar y cuya importancia se destaca en la Estrategia Nacional de Humedales del Perú, donde se desarrollan lineamientos para la protección de estos ecosistemas, la biodiversidad que posee y los servicios ambientales que provee (Ministerio del Ambiente, 2015).

Los glaciares en los Andes peruanos, ocupan una superficie de 2 042 km<sup>2</sup>, lo que representa el 77 % de los glaciares tropicales del mundo. En los últimos 30 años, se ha perdido el 22 % de la superficie de glaciares, que comprenden el 71 % de

los glaciares de las zonas tropicales del mundo y se estima que para el año 2030, por efecto del calentamiento global, todos los glaciares debajo de los 5 mil metros van a desaparecer o disminuir drásticamente su extensión. Esta pérdida representa 7 000 millones de metros cúbicos de agua, que equivale al consumo de la población durante 10 años de la ciudad de Lima. Igualmente, el sector energético se vería afectado ya que cerca al 80 % de la electricidad se genera en centrales hidroeléctricas (Schoolmeester *et al.*, 2019).

La agricultura es un sistema de primer orden en las adaptaciones, debido a que su misión es alimentar a las poblaciones para que puedan cumplir las funciones que les fueran asignadas (Córdova, 2020). Se han identificado 27 cultivos como la papa, el maíz y el arroz, que constituyen productos básicos en la canasta familiar y son vulnerables al cambio climático. En la Amazonía, las extensiones más grandes de bosques son las áreas de mayor biodiversidad y las más vulnerables. Estos hábitats albergan la mayor diversidad de especies de flora y fauna, que constituyen fuente de alimento como el aguaje, el camu-camu, entre otras especies y con propiedades medicinales para la población como la uña de gato, el oje, etc. La Sierra es una de las zonas más afectadas porque allí habita la población más pobre del Perú, cuya supervivencia depende de la agricultura de pequeña escala que sirve para el consumo familiar. En la sierra, un incremento de temperatura resulta en cierto modo favorable porque permite que los cultivos se desarrollen más rápido y se extiendan a niveles más altos de los que actualmente alcanzan. Sin embargo, el incremento de la temperatura produce estrés en los cultivos, lo que disminuye su

capacidad productiva, especialmente los localizados en la costa desértica y que se dirigen a la agroexportación como paltas, espárragos, arándanos, uvas (Ministerio del Ambiente, 2019 y Lozano-Povis *et al.*, 2021 y Escobar-Mamani *et al.*, 2025).

En los océanos los sistemas naturales vinculados a la nieve, hielo y terreno congelado vienen siendo afectados por el aumento de la temperatura; lo cual indica que el calentamiento global afecta los sistemas climáticos y biológicos. Las evidencias indican una retracción de la cubierta de nieve y de la extensión de los hielos marinos en el hemisferio norte, la disminución en la duración de las estaciones gélidas en lagos y ríos, el deshielo de glaciares, avalanchas de rocas en regiones montañosas, cambios en algunos ecosistemas árticos y antárticos, desplazamiento hacia los polos y hacia niveles altos del ámbito geográfico de las especies de animales y plantas, etc. Es por ello que si aumenta el promedio mundial de temperatura entre 1,5 – 2,5 ° C, probablemente el 30 por ciento de las especies de plantas y animales estaría en riesgo de amenaza de extinción (Vargas, 2009; Ministerio del Ambiente, 2016 y Gulev *et al.*, 2021).

La vulnerabilidad del litoral peruano viene siendo impactada por la escasez de agua y la sequía, y además es una de las zonas más afectadas por el Fenómeno El Niño, que cada vez es más recurrente e intenso. Uno de los principales efectos de El Niño ha sido la elevación de la temperatura ambiental arriba de los niveles promedio, mucho más incluso que aquellos que son soportados en la estación de verano; además de incrementarse la humedad relativa y las lluvias torrenciales en el norte del país que causa fuertes

pérdidas económicas y de infraestructura (Ministerio del Ambiente, 2019).

## Gastronomía

Probablemente para referirse a la gastronomía peruana, hay que remontarse a sus orígenes, 5 000 años atrás, a la primera civilización que habitó América, la de Caral, en el valle de Supe al norte de Lima. Desde entonces y con el paso de los siglos la gastronomía ha ampliado sus horizontes al haberse enriquecido con la extraordinaria biodiversidad y pluriculturalidad, que expresa la interacción de diferentes culturas como las marino costeras, andinas, amazónicas. La cocina peruana es reconocida como una de las más exquisitas y variadas a nivel mundial, con una enorme herencia enraizada en las épocas pre incaica e incaica, así como la interacción con expresiones foráneas como la de otros países latinoamericanos, europeas (española, italiana, francesa), asiáticas (chinocantonesa, japonesa) y africanas (árabe). Los delicados sabores de la gastronomía provenientes desde los cuatro continentes, han generado una amplia diversidad de potajes típicos del arte culinario peruano, los cuales están en permanente evolución. Así la gastronomía es percibida como una importante expresión cultural donde se manifiestan sabores, olores y delicadas combinaciones de componentes animales, vegetales, hongos y diversos microorganismos. Todo ello, como resultado de un largo proceso histórico iniciado en las sociedades precolombinas, la misma que llega revitalizada al presente como la manifestación de enorme contenido y significado de una rica herencia cultural. El concepto de patrimonio definido como arte de la herencia, tradición, pasado, identidad, cultura, nostalgia (Luza, 2014;

Mauro Martín *et al.*, 2019 y Guardia, 2020 y Manallay, 2022).

La gastronomía basa su arquitectura en una cadena de valor estructurada a partir de la producción y procesamiento de alimentos, distribución y transformación hasta llegar al consumo. Se estima que la cadena de valor equivale al 11,2 % del PBI. Así, la gastronomía brinda empleo a más de dos millones de personas en cerca de 200 000 establecimientos instalados en todo el país. La construcción de este proceso se acompaña de valores como los paisajes gastronómicos, la identidad cultural y culinaria del destino, y el patrimonio material e inmaterial y se relaciona con otros factores como las políticas públicas, la regulación de carácter administrativa, la infraestructura disponible, la formación académica, la investigación y la innovación (Pizarro-Ramos *et al.*, 2024). Forma parte del contexto social y económico de las comunidades del país y es una poderosa herramienta para el desarrollo nacional, regional y municipal (Aguilar, 2016). Aunado a ello, el privilegiado territorio peruano megadiverso, cuenta con 84 de las 117 zonas de vida del planeta, lo que da lugar a una rica flora con 20 375 especies, de las cuales se cuenta con la producción de 4 400 plantas nativas y las especies de ambientes acuáticos, especialmente algas, tanto de agua dulce como marina (Ministerio del Ambiente, 2019). Este es uno de los elementos que ayuda a explicar la extraordinaria variedad de sabores y texturas de la comida peruana.

Otro aspecto importante es el crecimiento sostenido de la gastronomía, la evolución de su reconocimiento y posicionamiento que ha alcanzado a nivel global, el incremento de restaurantes aunado al de turistas atraídos por la cocina peruana,

la recuperación de productos originarios, recetas tradicionales y técnicas ancestrales de cocción, la generación de literatura especializada y la incursión de jóvenes en la profesionalización de la gastronomía ha también contribuido a abrir el abanico de alternativas de certificación de formación académica (Quea-Campos, 2024).

Sin embargo, la comida peruana, representada por diversos actores como los empresarios, cocineros, organizaciones gremiales, medios de comunicación, sectores vinculados a la universidad y los medios de comunicación y que impulsaron la nominación de la cocina peruana se verían seriamente afectados por alteraciones en los ciclos biológicos de la biodiversidad y el cambio climático.

Así tenemos que sucederán una serie de cambios y alteraciones en la funcionalidad de los servicios ecosistémicos que brindan las comunidades biológicas como los bosques tropicales, los humedales, las praderas de gramadales, generando la aparición de plagas forestales y recurrentemente los daños que tienen efectos sobre la supervivencia, reproducción y dispersión de los organismos. También los impactos que ocasionarán cambios en las relaciones ecológicas, como el incremento desproporcionado de productores, competidores, parásitos y depredadores, alterando la cadena trófica. A nivel ecosistémico, la frecuencia e intensidad de los incendios forestales irá en aumento como consecuencia de condiciones climáticas más cálidas y de mayor aridez acompañado de irresponsables acciones antropogénicas. En el año 2030 por efecto del cambio global el 15 % de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) tanto las del estado como privadas, estarán sometidas a las persistentes condiciones de exposición,

riesgo y capacidad adaptativa, estarán sometidas a una alta vulnerabilidad al cambio climático, y como consecuencia una drástica reducción de la biodiversidad así como la modificación y redistribución de las comunidades biológicas; incremento de las áreas de desertificación, erosión y salinización de los suelos; aumentará la frecuencia en la ocurrencia de sequías y se producirán precipitaciones atípicas e impredecibles lo que traería como consecuencia un escenario de escasez en la disponibilidad de recursos del bosque que proveen de alimentos de origen animal, vegetal y agua a las comunidades campesinas y poblaciones indígenas (Ministerio del Ambiente, 2019 y Córdova, 2020).

En la costa y sierra, por efecto de las altas temperaturas, se producirá un exceso de humedad, la pérdida de terrenos agrícolas asociada a la salinización de los suelos, la colmatación de reservorios, destrucción de la infraestructura productiva, baja producción de carne y leche y disminución de la cosecha de los cultivos de papa (dramática para el campesino andino) y de las 174 especies de plantas que son de origen andino como el olluco, la oca, la quinua. En ese sentido, el cambio climático implica un riesgo para los agricultores y trabajadores del campo, como también para la propia seguridad alimentaria del país. Esta situación se ve agravada si se considera que el 55 % de la población en situación de pobreza trabaja en actividades que sostienen los sistemas de producción primaria de alimentos del país y 14 millones de peruanos vulnerables a la seguridad alimentaria (Arteaga y Burbano, 2018; Chirinos, 2021 y Lozano-Povis *et al.*, 2021).

En el mar también se verían las consecuencias directas sobre la productividad y la distribución espacial de los recursos hidrobiológicos tanto pelágicos como bentónicos debido al aumento de la temperatura del mar, eventual desplazamiento de las corrientes marinas y las variaciones en la concentración de CO<sub>2</sub>. La elevación del nivel del mar provoca erosión en la orilla marina y amenaza la infraestructura existente, afectando a la pesca artesanal, a las caletas de pescadores asentadas en la orilla marina, el turismo y actividades deportivas. El sistema de afloramiento como producto de la dinámica de las corrientes marinas que se desplazan a lo largo del litoral costero marino, constituyen el catalizador de la alta productividad pesquera, que se verá afectado causando pérdidas por efecto de la disminución de los recursos pesqueros ya sea por baja productividad o por desplazamiento y migración hacia otros lugares donde las temperaturas sean más favorables para su desarrollo. En las zonas costeras se producirán pérdidas y daños en los sistemas de cultivo acuícola debido a condiciones climáticas como eventos El Niño con fuertes incrementos de temperatura en el mar y lluvias torrenciales en el continente. Es de resaltar que, todas las especies destinadas a la acuicultura son poiquilótermas, y por ende la variación en la temperatura podría influir considerablemente en el metabolismo general y, en los índices de crecimiento y de producción total (Serrano *et al.*, 2016; Torres, 2019; Córdova, 2020 y Navarro, 2020).

## CONCLUSIONES

El cambio climático viene produciendo efectos en la conservación de

la biodiversidad lo que está modificando los límites de distribución de las poblaciones de animales, plantas, hongos y microorganismos, alterando seriamente los patrones poblacionales y poniendo en peligro la supervivencia de muchas especies.

Dado que la biodiversidad es el gran eje de insumos que abastece la cocina peruana los esfuerzos que se hagan para su conservación impactará de manera directa en la sostenibilidad de la gastronomía en el país.

Los esfuerzos para mitigar el calentamiento global exigen un compromiso para reestructurar nuestra base energética y gestionar el carbono en

los ecosistemas, lo que implica un cambio que promueva un desarrollo ecológico alineado con la visión de sostenibilidad necesaria para la conservación de la biodiversidad.

La sostenibilidad de la gastronomía peruana depende en gran parte de los esfuerzos que el gobierno y la sociedad civil hagan a favor de la reducción de los gases de efecto invernadero que incrementan las variaciones del cambio climático, así como los esfuerzos a favor de la conservación de la biodiversidad, tanto en las áreas naturales protegidas, los sistemas agroforestales, sistemas agroalimentarios, la pequeña y mediana agricultura y la ganadería extensiva y estabulada.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, N. (2016). La gastronomía peruana patrimonio cultural: material e inmaterial, genera desarrollo socioeconómico en la provincia de Huánuco. *Investigación Valdizana*, 10(4): 190-193. <https://revistas.unheval.edu.pe/index.php/riv>
- Arteaga, L., y Burbano, J. (2018). Efectos del cambio climático: Una mirada al Campo. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 35(2), 79-91. <https://doi.org/10.22267/rcia.183502.93>
- Bendjoudi, D., Voisin, F., Doumandji, S., Merabet, A., Benyounes, N., y Chenchouni, H. (2015). Rapid increase in numbers and change of land-use in two expanding Columbidae species (*Columba palumbus* and *Streptopelia decaocto*) in Algeria. *Avian Research*, 6, 1–9. <https://doi.org/10.1186/s40657-015-0027-9>
- Brack, A. (2003). Perú: diez mil años de domesticación. Editorial Bruño. 160 pp
- Cabezas, C. (2023). Cambio climático y salud: Atipasunchu allín kausayta? ¿podemos tener salud y bienestar? 40(1):4-6. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2023.401.12333>
- Capdevila, L., Iglesias, A., Orueta, J., y Zilletti, B. (2006). Especies exóticas invasoras: Diagnóstico y bases para la prevención y el manejo. Ministerio de Medio Ambiente, Naturaleza y Parque Nacionales. <https://www.aragon.es/documents/20127/674325/capdevilla.pdf/5947bd6b-f619-23d1-54a7-2d36104b5127>

- Chirinos, G. (2021). Efectos económicos del cambio climático en el Perú. Banco Central de Reserva del Perú. DT. N°. 2021-009 Serie de Documentos de Trabajo Working Paper series Diciembre 2021. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Documentos-de-Trabajo/2021/documento-de-trabajo-009-2021.pdf>
- Córdova, H. (2020). Vulnerabilidad y gestión del riesgo de desastres frente al cambio climático en Piura, PERÚ. *Semestre Económico*, 23(54), 85-112. Epub 30 de julio de 2020. <https://doi.org/10.22395/seec.v23n54a5>
- Cossíos, D. (2010). Vertebrados Naturalizados en el Perú: Historia y Estado Del Conocimiento. *Revista Peruana de Biología*, 17(2), 179 -189. <https://doi.org/10.15381/rpb.v17i2.25>
- Cossios, D. (2018). Informe sobre diversidad de especies, diversidad genética y diversidad cultural en el Perú. Segundo producto de la consultoría sobre Actualización del perfil de biodiversidad del país Sección VII del 6to Informe Nacional al CDB. [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/321471/Div\\_Especies\\_Genetica\\_y\\_Cultural.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/321471/Div_Especies_Genetica_y_Cultural.pdf)
- Escobar-Mamani, F.y Pulido-Capurro, V. (2021) Biodiversidad y científicos viajeros: una visión desde los Andes. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 23(1), 5-9. <https://doi.org/10.18271/ria.2021.238>
- Escobar-Mamani, F., Gómez-Arteta, I., Pulido Capurro, V. & Ayaviri-Nina, V. D. (2025). Predicción de Eventos Ambientales a través del Conocimiento Tradicional en los Andes: Las señales del Tero-tero (*Vanellus resplendens*). Historia Ambiental Latinoamericana Y Caribeña (HALAC) *Revista De La Solcha*, 15(1), 109–135. <https://doi.org/10.32991/2237-2717.2025v15i1.p109-135>
- Fuertes, E., Plou, P., y Gómez, C. (2017). Desarrollo humano desde la perspectiva del crecimiento. *Revista de Ciencias Sociales*, 23(4), 81-97. <https://www.redalyc.org/journal/280/28055641007/html/>
- Guardia, S. (2020). Gastronomía Peruana: Patrimonio Cultural de la Humanidad. Universidad de San Martín de Porres - Fondo Editorial – USMP. <https://cendoc.chirapaq.org.pe/items/show/8568>
- Gulev, S.K., Thorne, P.W., Ahn, J., Dentener, F.J., Domingues, C.M., Gerland, S., Gong D., Kaufman, D.S., Nnamchi, H.C., Quaas, J., Rivera, J.A., Sathyendranath, S., Smith, S.L., Trewin, B., von Schuckmann, K., y Vose, R.S. (2023). Changing State of the Climate System. In *Climate Change. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC). Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157896.004>
- Hernández, R.; Fernández, C. y Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta ed.). McGraw-Hill/Interamericana Editores.36 y 93

- Hernández-Ruedas, M. A., Gómez-Ortiz, Y., Herrera-Alsina, L., y Pérez-Hernández, C. (2019). *La diversidad filogenética y su utilidad para la conservación de la biodiversidad*. En: Moreno CE (Ed), *La biodiversidad en un mundo cambiante: Fundamentos teóricos y metodológicos para su estudio*. Ciudad de México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo/Libermex, pp. 307-323.
- IPCC. (2023). AR6 Synthesis Report, Climate Change 2023. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>
- Katayama, R. & Pulido, V. (2017). *Epistemología*. Fondo Editorial de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega, Lima. 129 pp.
- Lovejoy, T. (2008). Climate change and biodiversity. *Revue Scientifique et Technique (International Office of Epizootics)*, 27(2), 331-338. <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=35f5f30472ed7f1bbe976b2b1a11b3c0c3a47618>
- Lozano-Povis, A., Alvarez-Montalván, C., y Moggiano, N. (2021). El cambio climático en los Andes y su impacto en la agricultura: una revisión sistemática. *Scientia Agropecuaria*, 12(1), 101-108. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2021.012>
- Luza, D. (2014). La historia después del boom de la gastronomía peruana. *Summa Humanitatis*, 7(2), 39-64. <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/summa-humanitatis/article/view/10361/10814>
- Manallay, P. (2022). Léxico de la gastronomía peruana. Lima: Academia Peruana de la Lengua. Lengua y Sociedad. *Revista de Lingüística Teórica y Aplicada*, 21 (1): 533-537, <https://doi.org/10.15381/lengsoc.v21i1.23105>
- Mauro, I. S., Garicano, E., Bravo, R., y Elortegui, P. (2019). Salud y gastronomía peruana bajo una perspectiva social, económica y competitiva. *Revista Científica De Ciencias De La Salud*, 12(1). <https://doi.org/10.17162/rccs.v12i1.1206>
- Ministerio del Ambiente. (2015). Estrategia Nacional de Humedales, Perú. <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2015/01/Anexo-Decreto-Supremo-N%C2%B0-004-2015-MINAM2.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (2016). El Perú y el Cambio Climático, Tercera Comunicación Nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/05/Tercera-Comunicaci%C3%B3n.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (2019). Sexto Informe Nacional sobre Diversidad Biológica, la Biodiversidad en Cifras. [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/360831/La\\_Biodiversidad\\_en\\_Cifras\\_final.pdf?v=1568396130](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/360831/La_Biodiversidad_en_Cifras_final.pdf?v=1568396130)
- Ministerio del Ambiente. (2021). Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático del Perú: Un insumo para la actualización de la Estrategia Nacional ante el Cambio Climático. [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2827898/220214\\_Resumen%20Ejecutivo%20del%20Plan%20Nacional%20de%20Adaptaci%C3%B3n\\_compressed.pdf.pdf?v=1664915422](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2827898/220214_Resumen%20Ejecutivo%20del%20Plan%20Nacional%20de%20Adaptaci%C3%B3n_compressed.pdf.pdf?v=1664915422)

- Ministerio del Ambiente. (2023). Sistema de Áreas Naturales Protegidas del Perú. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1902693/4340-listado-oficial-anp-10-11-2023.pdf>
- Myers, J.P. (1990). The Worlds Most Important Man. *American Birds*. 44 (1): 9-10. <https://sora.unm.edu/node/2655>
- Myers, N., Mittermeier, R., Mittermeier, C. da Fonseca, G. y Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403, 853–858. <https://doi.org/10.1038/35002501>
- Navarro, M., Jove Chipana, C. y Ignacio Apaza, J. (2020). Modelamiento de nichos ecológicos de flora amenazada para escenarios de cambio climático en el departamento de Tacna - Perú. *Colombia Forestal*, 23(1), 51-67. <https://doi.org/10.14483/2256201x.14866>
- Olivera-Carhuaz, E., y Pulido-Capurro, V. (2023). El rol de la educación ambiental en la conservación de la biodiversidad. *Revista Científica de Comunicación Social*, (5), 48-57. <https://revistacientifica.bausate.edu.pe:8443/index.php/brc/article/view/90>
- Pallmall, A. (2021). El cambio climático, una amenaza global. Ediciones Alfar, Permalink: <http://digital.casalini.it/9788478989027> - Casalini id: 494390
- Pausas, J. G. (2020). Incendios forestales. Los libros de la Catarata.
- Pizarro-Ramos, Cerna-Hernández, J., y Ildefonso-Tello, R. (2024) Metodología para el Diseño de una Ruta Gastronómica en el Distrito de Pachacamac. *Revista De Investigaciones De La Universidad Le Cordon Bleu*, 11(2), 107-118. <https://doi.org/10.36955/RIULCB.2024v11n2.010>
- Pulido V. (2023). A cinco siglos de la introducción de la paloma de Castilla (*Columba livia* Gmelin, 1789) al Perú. *Revista Peruana de Biología*, 30(4): e26245 001 - 012. doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v30i4.26245>
- Pulido- Capurro, V. (2023). Crónica de la conservación de la biodiversidad peruana. Marc Dourojeanni: actor principal y espectador privilegiado. *The Biologist* (Lima), 21(1), 125-130. <https://orcid.org/0000-0002-9238-5387>
- Pulido- Capurro, V., Dalmau- Bedoya, A., y Olivera- Carhuaz, E. (2021). Antes que la naturaleza muera: de la primavera silenciosa a Nuestro futuro robado. *Revista De Investigaciones De La Universidad Le Cordon Bleu*, 8(1), 18-28. <https://doi.org/10.36955/RIULCB.2021v8n1.002>
- Pulido-Capurro, V.; Olivera-Carhuaz, E.; Reynaga-Alponte, A.; Quiroz-Rosas, J. y Acevedo-Flores, J. (2024). Reflexiones para estimular el avance de la investigación científica y tecnológica en la universidad peruana. *Revista relações internacionais do Mundo Atual*. 1 (43): 465-481| <http://revista.unicuritiba.edu.br/index.php/RIMA/article/view/6812/371374913>

- Quea-Campos, M. (2024). Formación continua para los docentes de las carreras de cocina y gastronomía en el Perú. *Revista De Investigaciones De La Universidad Le Cordon Bleu*, 11(1): 92-102 <https://doi.org/10.36955/RIULCB.2024v11n1.009>
- Schoolmeester, T., Johansen, K. S., Alfthan, B., Baker, E., Hespings, M., y Verbist, K. (2019). El Atlas de Glaciares y Aguas Andinos: el impacto del retroceso de los glaciares sobre los recursos hídricos. UNESCO y GRID-Arendal.
- Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP). (2024). Lista de Áreas Naturales Protegidas del Perú. <https://www.gob.pe/institucion/sernanp/campa%C3%B1as/4340-sistema-nacional-de-areas-naturales-protegidas-por-el-estado>
- Serrano, S., A. Reisancho, R. Lizano, M. J. Borbor-Córdova y A. M. Stewart-Ibarra. (2016). Análisis de inundaciones costeras por precipitaciones intensas, cambio climático y fenómeno de El Niño. Caso de estudio: Machala. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*. 24(2):53-68. <https://www.redalyc.org/journal/4760/476051632004/html/>
- Torres, V. (2019). Tiempo, clima y los fenómenos atmosféricos: desde torbellinos hasta cambio climático. *Revista Digital Universitaria (RDU)*. 20(1) enero-febrero. <http://doi.org/10.22201/codeic.16076079e.2019.v20n1.a3>.
- Úbeda, X. y Francos, M. 2018. Incendios forestales, un fenómeno global». *Biblio 3w: revista bibliográfica de geografía y ciencias sociales*, 2018, XXIII, 1.253. <https://raco.cat/index.php/Biblio3w/article/view/344019>.
- Uriarte, A. (2010). Historia del Clima de la Tierra. 2ª ed impresa en <http://www.elkar.com>), [https://historia\\_del\\_clima\\_de\\_la\\_tierra\\_anton\\_uriarte-with-cover-page-v2.pdf](https://historia_del_clima_de_la_tierra_anton_uriarte-with-cover-page-v2.pdf)
- Vargas, P. (2009). El Cambio Climático y sus efectos en el Perú. Banco Central de Reserva del Perú, Lima, Perú, <http://sial.segat.gob.pe/sites/default/files/archivos/public/docs/388.pdf>
- Vavilov, N. I. (1951). Estudios sobre el origen de las plantas cultivadas. Acme Agency, Buenos Aires, p. 1-126, Traducción del trabajo aparecido en Bulletin of Applied Botany and Plant Breeding XVI (2), Leningrado, 1926.
- Yglesias-González M, Valdés-Velásquez A, Hartinger SM, Takahashi K, Salvatierra G, Velarde R, Alvaro, H., Romanello, M., Paz-Soldán, V., Bazo, J., y Lescano, A. (2023). Reflections on the impact and response to the Peruvian 2017 Coastal El Niño event: Looking to the past to prepare for the future. *PLoS ONE* 18(9): e0290767. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0290767>

#### **Declaración de roles de autores**

- Víctor Pulido-Capurro: Conceptualización, revisión y Administración del proyecto.
- Edith Olivera-Carhuaz: Escritura; revisión y edición.
- Augusto Dalmau-Bedoya: Revisión.

#### **Financiamiento de la investigación/ Agradecimientos**

El artículo de investigación contó con autofinanciamiento de los investigadores.

## Efecto del secado con aire caliente en la humedad libre y el contenido de fenólicos totales de tres morfotipos de mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz y Pav.)

### *Effect of hot air drying on remaining water content and total phenolic content of three morphotypes of mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz y Pav.)*

 Raquel N. Veliz-Sagarvinaga<sup>1</sup>

 Nelssi G. Chamorro-Díaz<sup>1</sup>

 Yaser M. Chavez-Solano<sup>1</sup>

 Heber P. Cornelio-Santiago<sup>2</sup>

 Karina S. Gutiérrez-Valverde<sup>3</sup>

heber.cornelio@ulcb.edu.pe 

1.- Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo. Huancavelica, Perú.

2.- Universidad Le Cordon Bleu. Lima, Perú.

3.- Laboratorio de Alimentos Funcionales y Bioprocesos, Universidad Nacional de Frontera. Piura, Perú.

Recibido: 03/07/2024

Revisado: 22/10/2024

Aceptado: 02/12/2024

Publicado: 10/01/2025

## RESUMEN

*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pav. (mashua) es un tubérculo cultivado en zonas altoandinas como Huancavelica, con uso tradicional en la alimentación y potencial funcional por su contenido de compuestos bioactivos. Debido a su corta vida útil en fresco, se requiere su conservación. El secado por aire caliente, alternativa al secado solar, puede afectar la estabilidad de estos compuestos según la temperatura aplicada. Por tanto, el objetivo fue evaluar el efecto de la temperatura (50, 60, 70 y 80 °C) de secado con aire caliente en la humedad libre (Y) y el contenido de fenólicos totales (CFT) en tres morfotipos de mashua (Zapallo, Sangre de Cristo y Negra). Los tubérculos fueron lavados, desinfectados con hipoclorito de sodio (50 ppm), cortados (2,5 mm), y secados (150 g) durante 16 h. La humedad libre se determinó en las muestras secas. Luego, se molieron (partículas < 850 µm) y se prepararon extractos (metanol al 80 %, 50 mg/mL) para la determinación del CFT. La temperatura de secado influyó significativamente ( $p < 0,05$ ) en el CFT, a medida que se incrementó de 50 a 80 °C, y no influyó en la Y. El CFT variaron de  $1608 \pm 80,22$  a  $2069 \pm 82,01$ ,  $1732 \pm 59,43$  a  $2069 \pm 30,32$  y  $5286 \pm 143,74$  a  $7929 \pm 120,48$  mg equivalente de ácido gálico/100 g mashua seca para la Zapallo, Sangre de Cristo y Negra, respectivamente. Estos resultados indican que el secado con aire caliente a 60 °C puede ser usado para obtener mashua seca de la variedad Sangre de Cristo y Negra con mayor CFT, mientras que a 80 °C se preserva mejor el CFT para la variedad Zapallo.



**Palabras clave:** Fenólicos, compuestos bioactivos, deshidratación, tubérculo andino, Huancavelica.

## ABSTRACT

*Tropaeolum tuberosum* Ruíz y Pav. (mashua) is a tuber cultivated in Andean zones as Huancavelica, with traditional use in food and functional potential due to its content of bioactive compounds. Due to its short fresh shelf life, its preservation is required. Hot air drying, an alternative to solar drying, can affect the stability of these compounds depending on the temperature applied. Therefore, the objective was to evaluate the effect of temperature (50, 60, 70 and 80 °C) of hot air drying on remaining water content (Y) and total phenolic content (TPC) in three morphotypes of mashua (Zapallo, Sangre de Cristo and Negra). The tubers were washed, disinfected with sodium hypochlorite (50 ppm), cut (2.5 mm), and dried (150 g) for 16 h. Free moisture was determined in the dried samples. They were then ground (particles < 850 µm) and extracts (80% methanol, 50 mg/mL) were prepared for TPC determination. Drying temperature significantly ( $p < 0.05$ ) influenced the TPC as it increased from 50 to 80 °C, and did not influence the Y. TPC ranged from  $1608 \pm 80.22$  to  $2069 \pm 82.01$ ,  $1732 \pm 59.43$  to  $2069 \pm 30.32$  and  $5286 \pm 143.74$  to  $7929 \pm 120.48$  mg gallic acid equivalent/100 g dry mashua for Zapallo, Sangre de Cristo and Negra, respectively. These results indicate that hot air drying at 60 °C can be used to obtain dried mashua of the Sangre de Cristo and Negra varieties with higher TPC, while at 80 °C the TPC for the Zapallo variety is better preserved.

**Keywords:** Phenolics, bioactive compounds, dehydration, Andean tuber, Huancavelica.

## INTRODUCCIÓN

*Tropaeolum tuberosum* Ruíz y Pavón, comúnmente denominada mashua, ha sido tradicionalmente empleada tanto en la alimentación como en la medicina tradicional a lo largo de una amplia región andina que se extiende desde Colombia hasta el noroeste de Argentina. Sin embargo, evidencias arqueológicas provenientes del actual territorio peruano indican que la mashua fue consumida por poblaciones preincaicas hace más de 7 500 años, y su presencia ha sido registrada en la cerámica de las culturas Nasca y Chimú. En la actualidad, este tubérculo se cultiva en países como Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia, y presenta una notable variabilidad fenotípica, que se manifiesta en tonalidades externas como naranja, amarillo pálido, anaranjado amarillento,

amarillo intenso, púrpura grisácea, púrpura oscura y rojo grisáceo. Asimismo, el color de la pulpa varía entre tonos de amarillo, naranja y violeta. Además, presenta yemas pigmentadas, que en ocasiones exhiben rayas púrpuras o rojas (Siqueira *et al.*, 2023 y Grau *et al.*, 2025).

La mashua ha sido ampliamente empleada en la medicina tradicional por sus propiedades digestivas, depurativas, cicatrizantes y diuréticas. Además, se utilizan en el tratamiento de enfermedades como la diabetes, el dengue, la fiebre palúdica y diversas afecciones posparto, especialmente en el tratamiento de trastornos renales. También se les atribuyen efectos preventivos frente a patologías como la hiperplasia prostática, úlceras dérmicas, gonorrea y amigdalitis. Por otra parte, su elevado contenido de glucosinolatos

le confiere propiedades antibacterianas, antimutagénicas, anticancerígenas y antifúngicas. Asimismo, su potente acción antioxidante está asociada a la alta concentración de compuestos fenólicos (Grau *et al.*, 2025 y Luziatelli *et al.*, 2023).

En la actualidad, este cultivo continúa siendo consumido por las poblaciones rurales y ha comenzado a ganar mayor aceptación en los mercados urbanos, debido a su versatilidad en la preparación de alimentos y su potencial en el procesamiento industrial. Entre sus aplicaciones se incluyen guisos, cremas, sopas, gachas (mazamoras/coladas), panacota con leche y mashua en salsa de nueces, galletas con caviar de rocoto y mayonesa de palta, cocido boyacense, jugo embotellado de mashua y piña, mermelada de mashua negra, secado de mashua, producción de harina y snacks de segunda generación (Grau *et al.*, 2025; Leidi *et al.*, 2018; Luziatelli *et al.*, 2023; Zambrano *et al.*, 2025 y Acurio *et al.*, 2023).

La mashua también se destaca por su alto contenido de nutrientes, fitoquímicos y pigmentos naturales con propiedades antioxidantes (Betalleluz-Pallardel *et al.*, 2012; Campos *et al.*, 2006; Costa, *et al.*, 2008; Warnier, *et al.*, 2008; Chirinos *et al.*, 2006, 2015; Pacheco *et al.*, 2019 y Paucar-Menacho *et al.*, 2020), lo que la convierte en un ingrediente funcional de elevado valor comercial. Sin embargo, su elevado contenido de agua (entre 74,51 a 92g/ 100g de mashua fresca) (Campos *et al.*, 2006; Castañeta *et al.*, 2024 y Coloma *et al.*, 2022) limita su vida útil, lo que ha motivado el interés por estudiar métodos de conservación y sus parámetros que permitan prolongarla, minimizando al mismo tiempo el impacto sobre los compuestos de interés.

La mashua seca se ha obtenido usando aire caliente a 60 °C entre 6 a 24 h y entre 1,8 a 2 m/s de velocidad del aire en un deshidratador convectivo como parte de la obtención de harina de mashua seca, harina para producir snack de segunda generación (Acurio *et al.*, 2023, 2025) o como tratamiento previo a la caracterización de la mashua (Aguilar-Galvez *et al.*, 2022 y Salazar *et al.*, 2021).

El secado constituye uno de los métodos más consolidados y ampliamente utilizados para la conservación de alimentos, permitiendo la extensión de su vida útil y la reducción del desperdicio de productos frescos (Berk, 2018 y Onwude *et al.*, 2022). Este proceso se basa en la reducción del contenido de agua a niveles que aseguran la estabilidad microbiológica del producto. Además, el secado inhibe el crecimiento de microorganismos y desacelera las reacciones químicas indeseables, contribuyendo asimismo a la disminución de los costos de almacenamiento y transporte mediante la reducción del peso y volumen del producto final (Castillo-Zapata *et al.*, 2024).

Las industrias en los países en desarrollo aún siguen prefiriendo el secado con aire caliente, considerado una operación de bajo costo y un método sencillo, en el que los alimentos sólidos se exponen directamente al aire caliente en la cámara de secado (Castillo-Zapata *et al.*, 2024 y Kerr, 2019), no obstante, el contenido de fenólicos totales (CFT) de los alimentos puede verse afectado por la temperatura del secado.

Varios estudios han utilizado el método colorimétrico basado en el reactivo de Folin-Ciocalteu para evaluar el CFT. Su preferencia frente a otros métodos suele

justificarse por su reconocida fiabilidad, respaldada por un amplio historial de uso y por su aceptación general en la comunidad científica. Además, es más económico que otras técnicas analíticas, lo que lo hace accesible para investigadores con recursos limitados. Su simplicidad y aplicabilidad lo convierten en una de las herramientas más utilizadas para el análisis de compuestos fenólicos en la industria alimentaria (Li *et al.*, 2025).

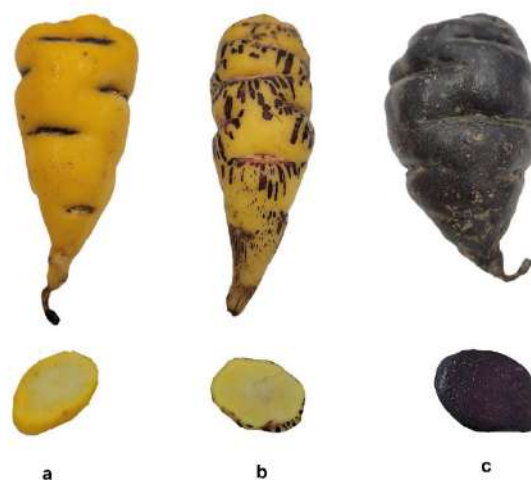
Algunos estudios reportaron CFT en la mashua liofilizada (Behar *et al.*, 2021; Campos *et al.*, 2006; Castañeta *et al.*, 2024; Costa, *et al.*, 2008; Campos, *et al.*, 2007; Warnier, *et al.*, 2008; Chirinos *et al.*, 2006; Rogez, *et al.*, 2007; Choquechambi *et al.*, 2019; Coloma *et al.*, 2022; Jacobo-

Velázquez *et al.*, 2022 y Pacheco *et al.*, 2020) y seca con aire caliente (Acurio *et al.*, 2025 y Salazar *et al.*, 2021), pero aún no se reportaron estudios del efecto del secado a diferentes temperaturas para la mashua de los morfotipos zapallo, Sangre de Cristo y negra. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la temperatura (50, 60, 70, 80 y 90 °C) de secado con aire caliente en la humedad libre y el CFT de mashua morfotipo zapallo, sangre de cristo y negra.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Materia prima

La mashua (Figura 1) procedente del centro poblado “Carpapata”, distrito de Colcabamba, Tayacaja, Huancavelica, Perú.



**Figura 1.** Morfotipos de mashua entera y en rodajas: a) zapallo, b) sangre de cristo y c) negra.

### Preparación de la materia prima

Los tres morfotipos de mashua fueron lavados con agua potable y desinfectados con una solución de hipoclorito de sodio a 50 ppm. Posteriormente, los residuos de hipoclorito fueron eliminados mediante un enjuague con agua potable. Finalmente, los tubérculos se cortaron en rodajas de 2,5 cm de espesor y se colocaron sobre bandejas de secado.

### Secado de la mashua

Las rodajas de los tres morfotipos de mashua fueron secadas utilizando un deshidratador de aire forzado (AISTAN, modelo ST04, China). Se evaluaron temperaturas de 50, 60, 70 y 80 °C, seleccionadas con base en un estudio previo realizado por nuestro grupo de investigación (Castillo-Zapata *et al.*, 2024). Para cada condición, se colocaron

aproximadamente 150 g de mashua fresca en rodajas y se sometieron a secado durante 16 h, con una velocidad de aire constante de 2,5 m/s. Cada tratamiento fue realizado por triplicado.

### **Molido y tamizado de la mashua seca**

Los tres morfotipos de mashua, previamente deshidratados a diversas temperaturas, fueron triturados de forma individual durante 3 minutos utilizando un molino de cuchillas. Luego, el material pulverizado se sometió a un tamizado empleando una malla de 850  $\mu\text{m}$ . Las fracciones que atravesaron el tamiz fueron almacenadas en bolsas herméticas hasta su utilización.

### **Obtención de los extractos de la mashua**

Los extractos fueron obtenidos conforme al protocolo descrito por (Castillo-Zapata *et al.*, 2024). Se pesaron aproximadamente 2 g de mashua seca finamente molida y se extrajeron con 40 mL de metanol al 80 % (v/v). La mezcla fue homogenizada en un agitador magnético a 1 000 rpm durante 20 minutos a temperatura ambiente. Posteriormente, se centrifugó a 4 500 rpm por 20 minutos, y se recolectó el sobrenadante correspondiente al extracto (compuesto por solutos disueltos en el disolvente).

### **Determinación del contenido de fenólicos totales**

La determinación del CFT se llevó a cabo siguiendo el procedimiento descrito por (Castillo-Zapata *et al.*, 2024). En tubos de ensayo de 10 mL, se mezclaron 1,364 mL de agua destilada, 300  $\mu\text{L}$  del extracto previamente diluido y 136  $\mu\text{L}$  del reactivo de Folin-Ciocalteu. La mezcla fue agitada suavemente y mantenida en reposo durante 8 minutos a temperatura ambiente, protegida de la luz. Posteriormente, se adicionaron 1,2

mL de una solución de carbonato de sodio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) al 7,5 % (p/v), se homogeneizó nuevamente y se incubó durante 2 horas bajo las mismas condiciones. La absorbancia de las soluciones se midió a una longitud de onda de 760 nm utilizando un espectrofotómetro UV-Visible (Genesys 150, Thermo Scientific, EE. UU.). La cuantificación del CFT se realizó mediante una curva de calibración construida con soluciones estándar de ácido gálico en concentraciones de 10, 20, 30, 40, 50 y 60  $\mu\text{g/mL}$ . Los resultados se expresaron como miligramos de equivalentes de ácido gálico (mg EAG) por 100 g de mashua seca.

### **Análisis estadístico**

El CFT fue evaluado mediante un análisis de varianza (ANOVA), seguido de la prueba de comparaciones múltiples de Tukey, empleando un nivel de significancia del 5 % ( $p < 0.05$ ). El análisis estadístico se llevó a cabo utilizando el software RStudio (versión 2021). Adicionalmente, los datos correspondientes a la humedad libre y a la elaboración de la curva estándar fueron procesados con el software Origin Pro 2025 (SR1, v10.2.0.196).

## **RESULTADOS Y DISCUSIONES**

### **Efecto de la temperatura de secado en la humedad libre de la mashua**

En la Figura 2 se observa el efecto de la temperatura de secado sobre la humedad libre (kg de agua/kg de sólido seco) de tres morfotipos de mashua: zapallo, Sangre de Cristo y negra. Se obtuvieron valores de humedad libre de 0,0228 a 0,0042, 0,0216 a 0,0066 y 0,0217 a 0,0076 kg de agua/kg de mashua seca para zapallo, Sangre de Cristo y negra, respectivamente, en el rango de temperaturas de 50 a 80 °C.

A 80 °C y 16 h, el morfotipo zapallo presentó la menor humedad libre (0.0042

kg de agua/kg de sólido seco), seguido por Sangre de Cristo (0,0066 kg de agua/kg de sólido seco) y negra (0,0076 kg de agua/kg de sólido seco). A temperaturas de 60 y 70 °C, los tres morfotipos mostraron un comportamiento similar, mientras que, a 50 °C, zapallo alcanzó un valor ligeramente superior al de los otros dos morfotipos (Figura 2).

Cabe señalar que, en todos los casos, la humedad libre final se mantuvo por debajo del límite máximo permitido para productos secos procesados en forma de harina (15 %, equivalente a 0,1765 kg de agua/kg de sólido seco), según lo establecido por el Codex Alimentarius (1985).

Para una carga de 200 g de mashua fresca cortada en rodajas de 2,5 cm de espesor, un tiempo de secado de 16 h y una velocidad de aire de 2,5 m/s fueron condiciones suficientes para reducir la humedad libre en los tres morfotipos hasta niveles compatibles con un producto deshidratado, según criterios de estabilidad microbiológica y reducción de reacciones químicas de deterioro (Ibarz y Ribas, 2005). Esto, además, contribuye a disminuir los costos asociados al transporte y almacenamiento (Bahnasawy y Shenana, 2004).

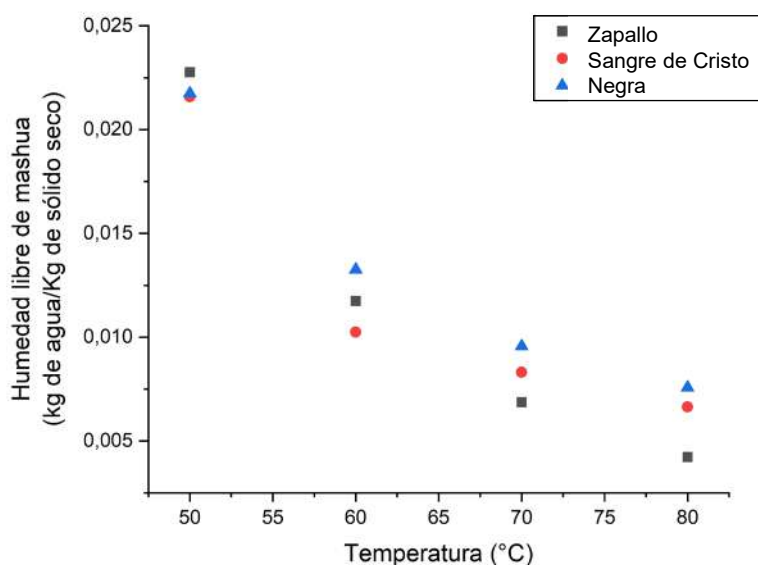
Otros estudios han reportado valores similares. Acurio *et al.* (2025) informaron una humedad libre de 0,064 kg de agua/kg de sólido seco en mashua en rodajas de 2 cm, secada a 60 °C durante 24 h, con una velocidad de aire de 2 m/s, resultado comparable a los obtenidos en este estudio bajo condiciones similares. Estas diferencias pueden atribuirse a la humedad inicial y al morfotipo empleado.

En contraste, Salazar *et al.* (2021) reportaron un valor superior (0,2326 kg de agua/kg de sólido seco, equivalente al 18,87 % de humedad para mashua en rodajas de 3 cm, secadas a 60 °C durante 6 h, lo que indica que el espesor del corte y el tiempo de secado influyeron en la retención de humedad, y es probable que la velocidad del aire también influyó en el proceso de secado.

En cuanto a la humedad en mashua fresca, se registraron valores de  $88 \pm 0,5$  % para el morfotipo zapallo, y  $90 \pm 0,5$  % para los morfotipos sangre de Cristo y negra. Estos valores son ligeramente superiores a los reportados por Coloma *et al.* (2022) para mashua morada (74,51 a 89,72 %), amarilla (82,86 a 87,81 %) y amarillo-morado (76,11 a 83,48 %); por Castañeta *et al.* (2024) para los morfotipos santo jonk'ori (81,5 %), Achakani (83 %) y ch'iyara (80,3 %); y por Campos *et al.* (2006) para mashuas amarillo-amarilla (87 a 92 %), morado-amarillo (85 a 89 %), morado-morado (87 %) y amarillo-morado-morado (86 %). Esto confirma que la humedad en la mashua fresca está influenciado por el morfotipo, el genotipo y las condiciones ecológicas del cultivo.

### **Efecto de la temperatura de secado en el contenido de fenólicos totales de la mashua**

En la Tabla 1 se muestran los resultados del CFT en mashuas de los morfotipos zapallo, Sangre de Cristo y negra, sometidas a secado a temperaturas de 50, 60, 70 y 80 °C. En el morfotipo zapallo, el CFT varió entre  $1\,523 \pm 61,83$  y  $2\,069 \pm 82,01$  mg EAG/100 g de mashua seca. Para Sangre de Cristo, los valores fluctuaron entre  $1\,732 \pm 59,43$  y  $2\,069$



**Figura 2.** Efecto de la temperatura de secado en la humedad libre (kg de agua/kg de sólido seco) de la mashua zapallo, sangre de Cristo y negra.

$\pm 30,32$  mg EAG/100 g, mientras que en el morfotipo negra se observaron los valores más altos, con un rango de  $5\,286 \pm 143,74$  a  $7\,929 \pm 120,48$  mg EAG/100 g, según la temperatura de secado aplicada (Tabla 1), aportado principalmente por las antocianinas presentes en la mashua negra (Coloma *et al.* (2022).

Los resultados obtenidos revelan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en el CFT entre los diferentes morfotipos de mashua. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas en el CFT entre los morfotipos Sangre de Cristo y Zapallo a las temperaturas de secado de 50 y 80 °C.

En cuanto a la influencia de la temperatura, se observaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en el CFT entre las temperaturas de 50, 60, 70 y 80 °C. Para el morfotipo Negra, no se encontraron diferencias significativas entre 60 y 70 °C, aunque sí se observaron diferencias entre 50, 60 o 70 °C respecto a 80 °C. En el morfotipo Sangre de Cristo, se evidenció

una diferencia significativa entre 50 y 60 °C, pero no entre 60, 70 y 80 °C, ni entre 50, 70 y 80 °C. Por su parte, el morfotipo Zapallo mostró diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en el CFT entre las temperaturas evaluadas (50, 60, 70 y 80 °C), excepto entre 50 y 70 °C, y entre 60 y 70 °C, donde no se detectaron diferencias estadísticas.

En los morfotipos Negra y Sangre de Cristo, se observó un aumento del CFT al incrementar la temperatura de secado de 50 a 60 °C, lo que podría atribuirse a una mayor concentración de compuestos fenólicos debido a la pérdida de agua. Además, el aumento de temperatura puede provocar la ruptura de enlaces covalentes, lo que favorece la liberación de compuestos fenólicos ligados a la matriz celular (Onwude *et al.*, 2022).

No obstante, a temperaturas superiores (70 y 80 °C), se evidenció una disminución mínima del CFT en el morfotipo Sangre de Cristo y una disminución más notable en el morfotipo

Negra. Esta reducción probablemente está asociada a la degradación térmica de algunos compuestos fenólicos termolábiles presentes en estos morfotipos, principalmente a la degradación de antocianinas en el morfotipo Negra.

En contraste, el morfotipo Zapallo presentó una disminución del CFT entre 50 y 60 °C, lo cual podría estar relacionado con la actividad del polifenol oxidasa, una enzima termoestable que permanece

activa hasta temperaturas cercanas a 60 °C. Esta enzima puede catalizar la oxidación de compuestos fenólicos, reduciendo su concentración en la muestra (Onwude *et al.*, 2022). Una vez inactivada la enzima a temperaturas superiores a 60 °C, se evidenció un aumento en el CFT a 70 y 80 °C, probablemente debido a la liberación de compuestos fenólicos no degradados por la acción enzimática y la concentración de compuestos fenólicos termorresistentes.

**Tabla 1.**  
*Efecto de la temperatura de secado con aire caliente en el contenido de fenólicos totales (CFT) de la mashua morfotipo zapallo, sangre de cristo y negra*

| Morfotipo de mashua | Temperatura (°C) | CFT* (mg EAG/100 g mashua seca) |
|---------------------|------------------|---------------------------------|
| Zapallo             | 50               | 1792.4 ± 6.9 <sup>B;b</sup>     |
|                     | 60               | 1523.3 ± 61.8 <sup>C;c</sup>    |
|                     | 70               | 1607.6 ± 80.2 <sup>C;bc</sup>   |
|                     | 80               | 2069.5 ± 82.0 <sup>B;a</sup>    |
| Sangre de Cristo    | 50               | 1732.1 ± 59.4 <sup>B;b</sup>    |
|                     | 60               | 2069.5 ± 30.3 <sup>B;a</sup>    |
|                     | 70               | 1932.9 ± 96.6 <sup>B;ab</sup>   |
|                     | 80               | 1932.9 ± 18.4 <sup>B;ab</sup>   |
| Negra               | 50               | 5286.3 ± 143.7 <sup>A;c</sup>   |
|                     | 60               | 7928.9 ± 120.5 <sup>A;a</sup>   |
|                     | 70               | 7768.3 ± 283.2 <sup>A;a</sup>   |
|                     | 80               | 6543.4 ± 150.9 <sup>A;b</sup>   |

Los datos se presentan como media ± desviación estándar. Las letras en superíndice iguales denotan que no existen diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) según el análisis de Tukey.

En comparación con los resultados obtenidos en el presente estudio a 60 °C (Tabla 1), se reportaron valores menores de CFT para la mashua seca obtenida a 60 °C durante 24 h con una velocidad de aire de 2 m/s (450 mg EAG/100 g) (Acurio *et al.*, 2025) y para la mashua seca tratada a la misma temperatura durante 6 h (6,8 mg

EAG/100 g) (Salazar *et al.*, 2021). Estas diferencias reflejan no solo la influencia de las condiciones de secado sobre la retención o degradación de los compuestos fenólicos, sino también la incidencia de la procedencia y las características del cultivo. En particular, en el caso del menor valor reportado, factores como la humedad

final del producto, la velocidad del flujo de aire y el tipo de extracción podrían haber contribuido a la disminución del CFT.

Por otro lado, se han reportado valores de CFT diferentes a los obtenidos en este estudio en comparación con mashuas liofilizadas. Jacobo-Velázquez *et al.* (2022) indicaron que los CFT en veintisiete morfotipos de mashua peruana variaron entre 162,54 mg EAG/100 g (MAC 090 – color blanco, región Apurímac) y 1 316,16 mg EAG/100 g (MAC 092 – color negro, región Ayacucho).

De manera similar, Coloma *et al.* (2022) reportaron que los CFT en mashua de color morado fluctuaron entre 385 y 1 143 mg EAG/100 g de materia seca; en amarilla, entre 182 y 405 mg/100 g de materia seca; y en amarillo con ojos morados, entre 116 y 225 mg/100 g de materia seca.

Behar *et al.* (2021) señalaron que los CFT en seis accesiones de mashua fresca variaron entre 77,48 y 220,83 mg EAG/100 g, siendo Tt-19 (cáscara/pulpa: amarillo/amarillo) y Tt-23 (cáscara/pulpa: morado/morado) las accesiones extremas.

Por su parte, Castañeta *et al.* (2024) informaron valores de CFT de 260, 200 y 1 170  $\mu$ mol EAG/100 g de muestra fresca para las variedades Santo Jonk'ori, Achakani y Ch'iyyara, respectivamente.

Asimismo, Choquechambi *et al.* (2019) reportaron los siguientes valores de CFT, expresados como mg de equivalentes de ácido clorogénico (EAC)/100 g de materia seca: Kellu (amarillo), 790 mg; Chejchi (amarillo, ojos negros), 1 190 mg; Chiar (negro), 2 230 mg; Kellu (amarillo), 1 280 mg; Keni Kellu (amarillo-morado), 1 310 mg; Jachir (amarillo, rayas rojas), 970

mg; y Asuthi (amarillo, rayas moradas), 800 mg; en mashua procedentes de Perú y Bolivia.

También se han reportado valores de CFT diferentes en mashua liofilizada en comparación con los hallados en el presente estudio. Campos *et al.* (2006) informaron que el CFT en 11 genotipos de mashua fresca varió entre 92 y 337 mg EAG/100 g, siendo los genotipos ARB-5241 (337 mg EAG/100 g), DP-0224 (305 mg EAG/100 g) y AGM-5 109 (275 mg EAG/100 g) los que presentaron los valores más elevados.

Por su parte, Chirinos *et al.* (2006) reportaron valores de CFT para los genotipos ARB-5 241 (374,4 mg EAG/100 g), DP-0224 (131,9 mg EAG/100 g) y AGM-5109 (45.5 mg EAG/100 g), todos en base fresca. Asimismo, Rogez, *et al.* (2007) informaron valores máximos de CFT en materia seca para ARB-5241 (2 200 mg EAG/100 g) y DP-0224 (1 710 mg EAG/100 g).

De manera similar, Campos, *et al.* (2007) reportaron valores de CFT en un rango de 1 400 a 2 400 mg EAG/100 g de materia seca para los cultivares ARB-5241, DP-0224 y AGM-5109. Posteriormente, Costa, *et al.* (2008) reportaron valores de CFT en mashua fresca para los genotipos ARB-5241 (cáscara/pulpa, morado/amarillo) con 395 mg EAG/100 g, DP-0224 (piel/pulpa, morado/morado) con 262 mg EAG/100 g, y ARB-5576 (cáscara/pulpa, amarilla/amarilla) con 52,2 mg EAG/100 g.

Adicionalmente, Warnier, *et al.* (2008) reportaron los siguientes valores de CFT en mashua fresca: ARB-5241 (323 mg EAG/100 g; humedad: 83,4 %),

DP-0224 (205 mg EAG/100 g; humedad: 84,2 %), AGM-5109 (166 mg EAG/100 g; humedad: 87.0%) y ARB-5576 (56.3 mg EAG/100 g; humedad: 87,1 %).

Finalmente, Campos *et al.* (2018), analizaron 84 genotipos de mashua, encontrando valores de CFT en materia seca que variaron entre 550 y 1 670 mg EAG/100 g.

En general, los resultados obtenidos en este estudio, así como los reportados por otros autores, evidencian que los morfotipos de mashua de color negro, morado o con pigmentaciones oscuras tienden a presentar valores más elevados de CFT en comparación con aquellos de color amarillo o con bicoloraciones claras. Asimismo, la zona de procedencia del cultivo influye significativamente en el CFT, como ha sido demostrado en mashuas provenientes de distintas zonas agroecológicas de la región de Puno (Coloma *et al.* (2022). Además, los valores de CFT dependen de factores como el genotipo, el tipo de disolvente, el nivel de pH, la relación disolvente-agua y el tiempo de extracción (Rogez, *et al.*, 2007).

En comparado con otros vegetales, el morfotipo de mashua negra presenta un CFT que se encuentra entre los valores reportados para maqui (*Aristotelia chilensis*) (3 190 mg/ 100 g de materia seca) (Quispe-Fuentes *et al.*, 2018), aronia (*Aronia melanocarpa*) (2 190 mg EAG/100 g de fruta fresca y 9400 mg EAG/ 100g de fruta seca) (Kaloudi *et al.*, 2022) y camu camu (12 798,80 mg GAE/ 100g de fruta fresca) (García-Chacón *et al.*, 2023), especies ampliamente reconocidas por su alta capacidad antioxidante y clasificadas como superalimentos.

La mashua negra utilizada en esta investigación presenta características

morfológicas similares, en cuanto a forma, a la mashua negra de la colección AGM-5118 (centro poblado Lingán Grande, Chota, Cajamarca), y en cuanto a color, a la mashua yana ojo de la colección CM DPA 02 24 (centro poblado Socorro, Ninacaca, Pasco). Es posible que esta mashua represente una nueva colección, lo cual concuerda con lo señalado por (Campos *et al.*, 2018), quienes sugieren que probablemente existan muchas más, dada la gran variabilidad de los genotipos en términos de forma y color, variabilidad que parece estar correlacionada con el contenido de sus compuestos bioactivos.

## CONCLUSIONES

El secado de mashua a temperaturas comprendidas entre 50 y 80 °C, durante 16 h y con una velocidad de aire de 2.5 m/s, permitió reducir la humedad libre de los morfotipos zapallo, Sangre de Cristo y negra por debajo del límite establecido por el Codex Alimentarius (0,1765 kg agua/kg sólido seco). El morfotipo zapallo presentó el menor contenido agua remanente (0,0042 kg/kg). Las diferencias observadas entre morfotipos y en comparación con estudios previos se atribuyen a variables como el espesor de corte, tiempo y velocidad de secado, así como a la humedad inicial del tubérculo. Asimismo, se confirmó que la humedad en mashua fresca está condicionado por el morfotipo, genotipo y las condiciones agroecológicas, factores que deben considerarse para la optimización de procesos industriales de secado.

Por otro lado, el CFT mostró variaciones significativas en función del morfotipo y la temperatura de secado. El morfotipo negra exhibió los valores más elevados de CFT, atribuidos a su

elevado contenido de antocianinas. La temperatura de secado de 60 °C favoreció la concentración de compuestos fenólicos en la mayoría de los morfotipos, mientras que temperaturas superiores provocaron una degradación parcial de compuestos termolábiles. El comportamiento del CFT estuvo influenciado por la actividad enzimática, especialmente el polifenol oxidasa, y por la deshidratación de la matriz vegetal. Las discrepancias observadas

respecto a estudios previos se explican por variaciones en genotipo, procedencia, condiciones de secado y métodos de extracción. Estos resultados destacan el potencial del morfotipo negra como fuente rica en compuestos fenólicos, con niveles comparables a los de superalimentos reconocidos, lo que subraya la importancia de continuar investigando la mashua para aplicaciones como nutraceuticos o ingredientes de productos funcionales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acurio, L., Salazar, D., Castillo, B., Santiana, C., Martínez-Monzó, J., y Igual, M. (2023). Characterization of Second-Generation Snacks Manufactured from Andean Tubers and Tuberous Root Flours. *Foods*, 13(1), 51. <https://doi.org/10.3390/FOODS13010051>
- Acurio, L., Salazar, D., Guanoquiza, I., García-Segovia, P., Martínez-Monzó, J., y Igual, M. (2025). Ecuadorian roots flours: Bioactive compounds and processing properties. *Journal of Agriculture and Food Research*, 19, 101740. <https://doi.org/10.1016/J.JAFR.2025.101740>
- Aguilar-Galvez, A., García-Ríos, D., Lindo, J., Ramírez-Guzmán, D., Chirinos, R., Pedreschi, R., y Campos, D. (2022). Impact of cold storage followed by drying of mashua tuber (*Tropaeolum tuberosum*) on the glucosinolate content and their transformation products. *International Journal of Food Science & Technology*, 57(12), 7797–7805. <https://doi.org/10.1111/ijfs.16088>
- Bahnasawy, A. H., y Shenana, M. E. (2004). A mathematical model of direct sun and solar drying of some fermented dairy products (*Kishk*). *Journal of Food Engineering*, 61(3), 309–319. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(03\)00134-1](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(03)00134-1)
- Behar, H., Reategui, O., Liviach, D., Arcos, J., y Best, I. (2021). Phenolic compounds and in vitro antioxidant activity of six accessions of mashua (*Tropaeolum tuberosum* R. & P.) from Puno Region, Peru. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 74(3), 9707–9714. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v74n3.93020>
- Berk, Z. (2018). Dehydration. *Food Process Engineering and Technology*, 513–566. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812018-7.00022-1>
- Betalleluz-Pallardel, I., Chirinos, R., Rogez, H., Pedreschi, R., y Campos, D. (2012). Phenolic compounds from Andean mashua (*Tropaeolum tuberosum*) tubers display protection against soybean oil oxidation. *Food Science and Technology International*, 18(3), 271–280. <https://doi.org/10.1177/1082013211427794>

- Campos, D., Chirinos, R., Gálvez Ranilla, L., y Pedreschi, R. (2018). Bioactive Potential of Andean Fruits, Seeds, and Tubers. *Advances in Food and Nutrition Research*, 84, 287–343. <https://doi.org/10.1016/BS.AFNR.2017.12.005>
- Campos, D., Noratto, G., Chirinos, R., Arbizu, C., Roca, W., y Cisneros-Zevallos, L. (2006). Antioxidant capacity and secondary metabolites in four species of Andean tuber crops: native potato (*Solanum sp.*), mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón), Oca (*Oxalis tuberosa* Molina) and ulluco (*Ullucus tuberosus* Caldas). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(10), 1481–1488. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2529>
- Castañeta, G., Miranda-Flores, D., Bascopé, M., y Peñarrieta, J. M. (2024). Characterization of carotenoids, proximal analysis, phenolic compounds, anthocyanidins and antioxidant capacity of an underutilized tuber (*Tropaeolum tuberosum*) from Bolivia. *Discover Food*, 4(1), 1–12. <https://doi.org/10.1007/S44187-024-00078-8/FIGURES/4>
- Castillo-Zapata, K. C., Reyes-Díaz, J. D., Cornelio-Santiago, H. P., Espinoza-Espinoza, L. A., Valdiviezo-Marcelo, J., y Ruiz-Flores, L. A. (2024). Efecto del secado con aire caliente en el contenido de fenólicos totales y capacidad antioxidante de la cáscara de pitahaya roja (*Hylocereus guatemalensis*). *Revista de Investigaciones de La Universidad Le Cordon Bleu*, 11(2), 97–106. <https://doi.org/10.36955/RIULCB.2024v11n2.009>
- Chirinos, R., Campos, D., Arbizu, C., Rogez, H., Rees, J., Larondelle, Y., Noratto, G., y Cisneros-Zevallos, L. (2007). Effect of genotype, maturity stage and post-harvest storage on phenolic compounds, carotenoid content and antioxidant capacity, of Andean mashua tubers (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(3), 437–446. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2719>
- Chirinos, R., Campos, D., Betalleluz, I., Giusti, M. M., Schwartz, S. J., Tian, Q., Pedreschi, R., y Larondelle, Y. (2006). High-Performance Liquid Chromatography with Photodiode Array Detection (HPLC–DAD)/HPLC–Mass Spectrometry (MS) Profiling of Anthocyanins from Andean Mashua Tubers (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz and Pavón) and Their Contribution to the Overall Antioxidant Activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(19), 7089–7097. <https://doi.org/10.1021/jf0614140>
- Chirinos, R., Campos, D., Costa, N., Arbizu, C., Pedreschi, R., y Larondelle, Y. (2008). Phenolic profiles of andean mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) tubers: Identification by HPLC-DAD and evaluation of their antioxidant activity. *Food Chemistry*, 106(3), 1285–1298. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2007.07.024>
- Chirinos, R., Campos, D., Warnier, M., Pedreschi, R., Rees, J. F., y Larondelle, Y. (2008). Antioxidant properties of mashua (*Tropaeolum tuberosum*) phenolic extracts against oxidative damage using biological in vitro assays. *Food Chemistry*, 111(1), 98–105. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2008.03.038>

- Chirinos, R., Pedreschi, R., Cedano, I., y Campos, D. (2015). Antioxidants from Mashua (*Tropaeolum tuberosum*) Control Lipid Oxidation in Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) Oil and Raw Ground Pork Meat. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39(6), 2612–2619. <https://doi.org/10.1111/JFPP.12511;WGROUP:STRING:PUBLICATION>
- Chirinos, R., Rogez, H., Campos, D., Pedreschi, R., y Larondelle, Y. (2007). Optimization of extraction conditions of antioxidant phenolic compounds from mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) tubers. *Separation and Purification Technology*, 55(2), 217–225. <https://doi.org/10.1016/J.SEPPUR.2006.12.005>
- Choquechambi, L. A., Callisaya, I. R., Ramos, A., Bosque, H., Mújica, A., Jacobsen, S. E., Sørensen, M., y Leidi, E. O. (2019). Assessing the Nutritional Value of Root and Tuber Crops from Bolivia and Peru. *Foods*, 8(11), 526. <https://doi.org/10.3390/FOODS8110526>
- Coloma, A., Flores-Mamani, E., Quille-Calizaya, G., Zaira-Churata, A., Apaza-Ticona, J., Calsina-Ponce, W. C., Huata-Panca, P., Inquilla-Mamani, J., y Huanca-Rojas, F. (2022). Characterization of Nutritional and Bioactive Compound in Three Genotypes of Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz and Pavón) from Different Agroecological Areas in Puno. *International Journal of Food Science*, (1), 7550987. <https://doi.org/10.1155/2022/7550987>
- García-Chacón, J. M., Marín-Loaiza, J. C., y Osorio, C. (2023). Camu Camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh): An Amazonian Fruit with Biofunctional Properties-A Review. *ACS Omega*, 8(6), 5169–5183. [https://doi.org/10.1021/ACSOMEGA.2C07245/ASSET/IMAGES/LARGE/AO2C07245\\_0003.JPEG](https://doi.org/10.1021/ACSOMEGA.2C07245/ASSET/IMAGES/LARGE/AO2C07245_0003.JPEG)
- Grau, A., Andrade, N. J. P., y Sørensen, M. (2025). Traditional uses, processes, and markets: the case of Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pav.). *Traditional Products and Their Processes*, 269–278. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90844-3.00009-3>
- Jacobo-Velázquez, D. A., Peña-Rojas, G., Paredes-Avila, L. E., Andía-Ayme, V., Torres-Contreras, A. M., y Herrera-Calderon, O. (2022). Phytochemical Characterization of Twenty-Seven Peruvian Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) Morphotypes and the Effect of Postharvest Methyl Jasmonate Application on the Accumulation of Antioxidants. *Horticulturae*, 8(6), 471. <https://doi.org/10.3390/HORTICULTURAE8060471>
- Kaloudi, T., Tsimogiannis, D., y Oreopoulou, V. (2022). Aronia Melanocarpa: Identification and Exploitation of Its Phenolic Components. *Molecules*, 27(14), 4375. <https://doi.org/10.3390/MOLECULES27144375>
- Kerr, W. L. (2019). Food Drying and Evaporation Processing Operations. Editor(s): Myer Kutz (Third Edition) Handbook of Farm, Dairy and Food Machinery Engineering, 353–387. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814803-7.00014-2>

- Leidi, E. O., Altamirano, A. M., Mercado, G., Rodríguez, J. P., Ramos, A., Alandia, G., Sørensen, M., y Jacobsen, S. E. (2018). Andean roots and tubers crops as sources of functional foods. *Journal of Functional Foods*, 51, 86–93. <https://doi.org/10.1016/J.JFF.2018.10.007>
- Li, H., Nunekpeku, X., Adade, S. Y.-S. S., Sheng, W., Kwadzokpui, B. A., Ahlivia, E. B., y Chen, Q. (2025). Phenolic compounds detection and quantification in whole grains: A comprehensive review of recent advancements in analytical methods. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 187, 118215. <https://doi.org/10.1016/J.TRAC.2025.118215>
- Luziatelli, G., Alandia, G., Rodríguez, J. P., Manrique, I., Jacobsen, S. E., y Sørensen, M. (2023). Ethnobotany of Andean minor tuber crops: tradition and innovation—Oca (*Oxalis tuberosa* Molina—Oxalidaceae), Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pav.—Tropaeoleaceae) and Ulluco (*Ullucus tuberosus* Caldas—Basellaceae). *Varieties and Landraces: Cultural Practices and Traditional Uses: Volume 2: Underground Starchy Crops of South American Origin: Production, Processing, Utilization and Economic Perspectives*, 2, 79–100. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90057-7.00009-7>
- Onwude, D. I., Iranshahi, K., Rubinetti, D., Schudel, S., Schemminger, J., Martynenko, A., y Defraeye, T. (2022). How much do process parameters affect the residual quality attributes of dried fruits and vegetables for convective drying? *Food and Bioproducts Processing*, 131, 176–190. <https://doi.org/10.1016/J.FBP.2021.11.005>
- Pacheco, M. T., Escribano-Bailón, M. T., Moreno, F. J., Villamiel, M., y Dueñas, M. (2019). Determination by HPLC-DAD-ESI/MSn of phenolic compounds in Andean tubers grown in Ecuador. *Journal of Food Composition and Analysis*, 84, 103258. <https://doi.org/10.1016/J.JFCA.2019.103258>
- Pacheco, M. T., Hernández-Hernández, O., Moreno, F. J., y Villamiel, M. (2020). Andean tubers grown in Ecuador: New sources of functional ingredients. *Food Bioscience*, 35, 100601. <https://doi.org/10.1016/J.FBIO.2020.100601>
- Paucar-Menacho, L. M., Peñas, E., Hernandez-Ledesma, B., Frias, J., & Martínez-Villaluenga, C. (2020). A comparative study on the phenolic bioaccessibility, antioxidant and inhibitory effects on carbohydrate-digesting enzymes of maca and mashua powders. *LWT*, 131, 109798. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2020.109798>
- Quispe-Fuentes, I., Vega-Gálvez, A., & Aranda, M. (2018). Evaluation of phenolic profiles and antioxidant capacity of maqui (*Aristotelia chilensis*) berries and their relationships to drying methods. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(11), 4168–4176. <https://doi.org/10.1002/JSFA.8938;WGROU:STRING:PUBLICATION>
- Salazar, D., Arancibia, M., Ocaña, I., Rodríguez-Maecker, R., Bedón, M., López-Caballero, M. E., y Montero, M. P. (2021). Characterization and Technological Potential of Underutilized Ancestral Andean Crop Flours from Ecuador, *Agronomy* 11(9), 1693. <https://doi.org/10.3390/AGRONOMY11091693>

- Siqueira, M. V. B. M., do Nascimento, W. F., Pereira, D. A., Cruz, J. G., Vendrame, L. P. de C., y Veasey, E. A. (2023). Origin, domestication, and evolution of underground starchy crops of South America. *Starchy Crops Morphology, Extraction, Properties and Applications: Vol 1: Underground Starchy Crops of South American Origin: Production, Processing, Utilization and Economic Perspectives*, 1, 17–42. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90058-4.00011-6>
- Zambrano, J. L. A., de Oliveira Paulino, F., y da Cruz, D. D. (2025). Roots and tubers in Colombia's culinary and food traditions. *Traditional Starch Food Products: Application and Processing*, 4(4), 113–127. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90844-3.00012-3>

#### **Declaración de roles de autores**

- Veliz-Sagarvinaga R. N.: Conceptualización; metodología; análisis de datos y escritura.
- Chamorro-Díaz N. G.: Conceptualización; metodología; análisis de datos y escritura.
- Chavez-Solano Y. M.: Conceptualización; metodología; análisis de datos y escritura.
- Cornelio-Santiago H. P.: Conceptualización; escritura; estadística; revisión y edición.
- Gutiérrez-Valverde K. S.: Conceptualización; revisión y edición.

#### **Financiamiento de la investigación/ Agradecimientos**

Expresamos nuestro agradecimiento al Laboratorio de Investigación de Alimentos Funcionales y Bioingeniería de la Universidad Nacional de Frontera por las facilidades brindadas para el desarrollo de esta investigación en el marco de una pasantía de investigación autofinanciada.

# Conocimientos, actitudes y prácticas de madres gestantes sobre la anemia en el Centro de Salud San Luis - 2022, Lima

## *Knowledge, attitudes and practices of pregnant mothers about anemia at the Centro de Salud San Luis - 2022, Lima*

 Rocío Alejo María Paz Castrorocioalejopinto.311@gmail.com 

Universidad Le Cordon Bleu. Lima, Perú.

Recibido: 03/07/2024

Revisado: 29/07/2024

Aceptado: 06/10/2024

Publicado: 10/01/2025

### RESUMEN

El objetivo de este estudio es determinar el nivel de conocimiento, actitudes y prácticas sobre la anemia en las gestantes del Centro de Salud San Luis. La investigación fue de tipo cuantitativa, descriptiva orrelacional y con un enfoque transversal. El total de las participantes fueron 77 gestantes que acudían a sus controles prenatales en los meses de enero-febrero (2023). Se les entregó un cuestionario validado distribuido en 2 partes, los datos generales y régimen dietario. Se obtuvo que los porcentajes de hemoglobina en las gestantes son 61,1 % (47) sin anemia, 31,1 % (24) anemia leve y 7,8 % (6) anemia moderada. En cuanto a sus conocimientos se obtuvo que el 58,4 % (45) fue bueno, 37,7 % (29) regular y 3,9 % (3) malo. Acerca de sus actitudes el 93,5 % (72) fue positiva y el 6,5 % (5) negativas. Por último, en sus prácticas el 97,4 % (75) adecuadas y 2,6 % (2) inadecuadas. Se analizaron los datos con el programa Jamovi versión 2.6.22 mediante la prueba del chi cuadrado y se encontró una relación significativa entre el nivel de anemia y los conocimientos, actitudes y prácticas. Además, se obtuvo como resultado que las gestantes tenían conocimientos buenos, actitudes positivas y prácticas adecuadas acerca de la anemia.

**Palabra clave:** Anemia, gestantes, conocimientos, actitudes, prácticas.

### ABSTRACT

The objective of this study is to determine the level of knowledge, attitudes and practices about anemia in pregnant women at the Centro de Salud San Luis. The research was quantitative, descriptive, correlational and cross-sectional. The total number of participants was 77 pregnant women who attended their prenatal check-ups in the months of January-February (2023). They were given a validated questionnaire distributed in 2 parts, general data and dietary regime. It was found that the percentages of hemoglobin in pregnant

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) International License

Rev. Investigaciones ULCB. Ene - Jul.12(1), 2025; ISSN: 2409 - 1537;130-137

women were 61.1% (47) without anemia, 31.1% (24) mild anemia and 7.8% (6) moderate anemia. Regarding their knowledge, it was found that 58.4% (45) was good, 37.7% (29) fair and 3.9% (3) bad. Regarding their attitudes, 93.5% (72) were positive and 6.5% (5) negative. Finally, in their practices, 97.4% (75) were adequate and 2.6% (2) inadequate. The data were analyzed with the Jamovi program, version 2.6.22 using the chi-square test and a significant relationship was found between the level of anemia and knowledge, attitudes and practices. In addition, it was obtained as a result that the pregnant women had good knowledge, positive attitudes and adequate practices about anemia.

**Keywords:** Anemia, pregnant women, knowledge, attitudes, practices.

## INTRODUCCIÓN

En el Perú existe una alta prevalencia de anemia en distintas etapas de la vida, entre las cuales, una de las que cuenta con mayor vulnerabilidad es la etapa de gestación, ya que, la futura madre debe contar con los niveles de hemoglobina suficientes tanto para ella, como para el bebé que viene en camino, por lo cual se debe tener constante atención a la alimentación de las gestantes además de recordarles que deben realizarse los controles de hemoglobina en las fechas indicadas. (Taípe, 2019). Es importante tener en cuenta que hay diferentes niveles de anemia y que durante la etapa de gestación se tienen valores diferentes a los de una mujer que no se encuentra gestando, ya que, de esto dependerá a su vez el tipo de tratamiento que se deberá realizar. Según la OMS, en mujeres que se encuentran en etapa de gestación, la anemia aparece cuando los niveles de hemoglobina son  $<11$  g/dL, cuando la anemia es leve ( $10-10,9$  g/dL) en la mayoría de los casos puede ser curada sólo en base a una adecuada alimentación rica en hierro; sin embargo, si la anemia es moderada ( $9-9,9$  g/dL) o grave ( $>7$  g/dL) se necesitará además de una buena alimentación, tomar suplementación e incluso transfusiones de sangre según sea el caso. Existen también, distintos tipos de anemia, entre los que podemos mencionar, la anemia ferropénica, la cual es causada

por la deficiencia de hierro y suele ser la más conocida, al padecerla en la etapa de gestación, algunas de las consecuencias pueden ser que el bebé pueda nacer con un peso bajo, depresión postparto, riesgo de muerte del recién nacido, entre otras. Según la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar (ENDES, 2021), un 18,8 % de mujeres entre los 15 a 49 años de edad padecían de anemia, este dato se debe tomar en cuenta, ya que, es el rango aproximado de edad en que las mujeres se encuentran en etapa fértil; por otro lado, según el Instituto Nacional de Salud (INS) de 220 632 mujeres que se encontraban en etapa de gestación y asistieron a establecimientos de salud del Ministerio de Salud (MINSA) entre los meses de enero a diciembre del año 2021, un 20,6 % padecían de anemia, de dichos casos, un 12,1 % era anemia leve, 8,2 % anemia moderada y 0,3 % anemia grave o severa, es importante recalcar que cada caso de anemia debe ser atendido con celeridad sin importar si se trata de anemia leve, moderada o severa. Por ello, se consideró de gran importancia medir a través de una encuesta con previo consentimiento de las gestantes, sus conocimientos, actitudes y prácticas, ya que, de esa manera se podría tener una noción más clara acerca de cuánto saben acerca del tema, de los alimentos ricos en hierro recomendados

para prevenir la anemia, así como los inhibidores y potenciadores del hierro no hemínico, por otro lado, saber cuál es su disposición para llevar una vida más saludable y cuáles son las prácticas que siguen en cuanto a su alimentación en su día a día, además de saber si las gestantes están atendiendo a los controles prenatales en el área de nutrición en las fechas que les son indicadas (aproximadamente 6 controles durante la etapa de gestación) y de esta manera prevenir o curar la anemia que puedan padecer y así evitar las consecuencias ya mencionadas tanto para la madre como para el bebé. El objetivo del trabajo fue determinar los conocimientos, actitudes y prácticas sobre la anemia en las mujeres gestantes atendidas en el Centro de Salud "San Luis" en los meses de enero y febrero del año 2023.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para la elaboración de esta investigación se utilizó un cuestionario validado por Diez y Guerrero en el año 2011, el cual consta de dos partes, la primera dedicada a los datos generales de las gestantes y la segunda el cuestionario sobre el régimen dietético, el cual contiene preguntas acerca de los conocimientos, actitudes y prácticas. Para iniciar la recolección de datos se solicitó autorización al jefe del Centro de Salud San Luis y a su vez se cumplió con los lineamientos y protocolos que se establecen en el Código de Ética de investigación de la Universidad Le Cordon Bleu (Resolución N° 078-CU-ULCB-2021). Posteriormente a la autorización, durante los meses de enero y febrero del año 2023 se solicitó el consentimiento a las gestantes que se atendían en el Centro de Salud "San Luis" para participar del presente estudio, mencionándoles que la encuesta estaba

a cargo de estudiantes de la carrera de Nutrición y Dietética de la Universidad Le Cordon Bleu. En cuanto a los criterios de inclusión de las gestantes se necesitó que aceptaran participar en el estudio, que se encontraran entre el segundo y tercer trimestre de gestación y que se atendieran en el Centro de Salud "San Luis", mientras los criterios de exclusión fueron gestantes en el primer trimestre de gestación, padecer alguna patología, embarazo gemelar. Al terminar el plazo se logró recolectar los datos de 100 gestantes, quedando un total de 77 según los criterios de exclusión e inclusión.

Para realizar las tablas cruzadas se procesaron los datos obtenidos a través de las encuestas con el programa Jamovi 2.6.22 mediante la prueba del chi-cuadrado.

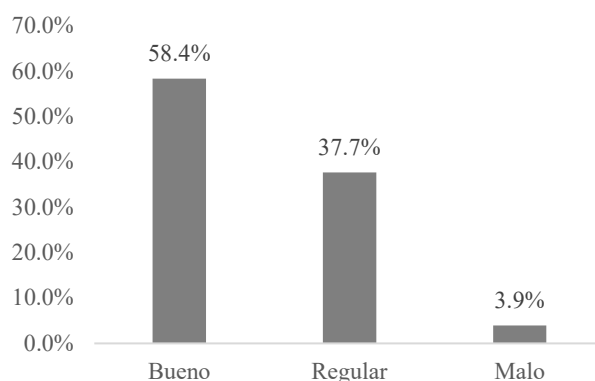
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se observa que el 58,4 % (45) de las gestantes encuestadas cuentan con un nivel de conocimientos bueno, 37,7 % (29) regular y 3,9 % (3) malo, en contraste, Aldana, L (2019) obtuvo en sus resultados 56,3 % de gestantes con conocimientos medios 32,5 % bajo y 11,2 % alto. Cabe resaltar que el estudio de Aldana, L (2019) fue realizado en Huancavelica y según el Instituto Nacional de Salud (INS-2023) este departamento en el año 2023 estuvo en tercer lugar con mayor cantidad de casos de anemia en gestantes a nivel nacional con un total de 27,16 %. La falta de conocimientos puede estar relacionada con la carencia de guía por parte de un profesional.

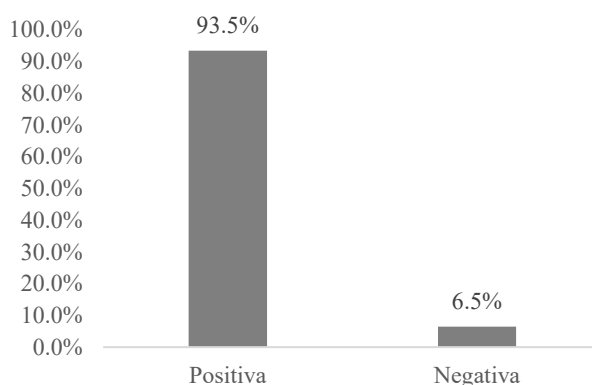
En la figura 2 se observa que el 93,5 % (72) de las gestantes encuestadas tienen actitudes positivas mientras que el 6,5 % (5) actitudes negativas, por otro lado, en el estudio de Fernández y Huamán (2019) un 70 % de las gestantes tiene

una actitud indiferente, 18,3 % actitud favorable y 11,7 % desfavorable frente a la prevención de la anemia. En contraste con el presente estudio, el realizado por Fernández y Huamán (2019) fue hecho con adolescentes entre las edades de 14 a 19 años, esto podría ser un indicador

de la falta de interés presentada, también puede estar relacionado a una falta de conocimientos acerca de las consecuencias de la anemia gestacional como parto prematuro, retrasos de crecimiento, problemas cardíacos, entre otros.



**Figura 1.** Clasificación del nivel de conocimientos de las mujeres gestantes sobre la anemia



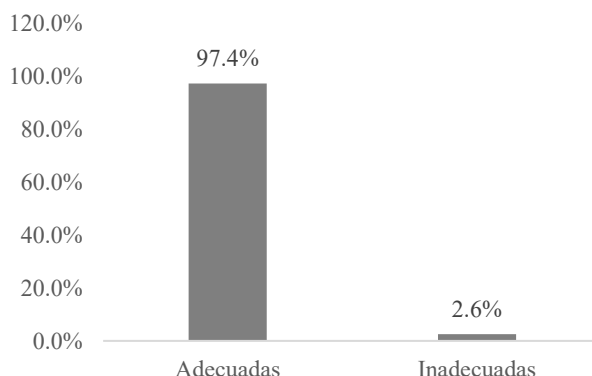
**Figura 2.** Clasificación con respecto a la actitud de las mujeres gestantes frente a la anemia

En la figura 3 se observa que el 97,4 % (75) de las gestantes cuentan con prácticas adecuadas para prevenir la anemia y 2,6 % (2) prácticas inadecuadas, sin embargo, Huamán, T y Contreras, E (2022) en su estudio obtuvo como resultados que 73,4 % de las gestantes encuestadas tienen malas prácticas y 26,6 % buenas

prácticas. Las malas prácticas pueden estar vinculadas a diversos factores como malos conocimientos, falta de acceso a alimentos, recursos económicos bajos, entre otros.

En la tabla 1 se observa la relación entre los conocimientos y el nivel de anemia de las gestantes, 28 encuestadas

con conocimientos buenos no tienen un nivel de conocimientos malo. Según anemia, 14 tienen anemia leve y 3 anemia la prueba realizada del chi cuadrado moderada. También se muestra que 2 ( $X^2=15.6$ ) ( $p>0.05$ ) existe una relación gestantes con anemia moderada tienen significativa entre las variables.



**Figura 3.** Clasificación con respecto a las prácticas de las mujeres frente a la anemia

**Tabla 1.**

*Relación entre los conocimientos y nivel de anemia*

| CONOCIMIENTOS | NIVEL DE ANEMIA |             |                 | Total |                  |      |   |       |
|---------------|-----------------|-------------|-----------------|-------|------------------|------|---|-------|
|               | SIN ANEMIA      | ANEMIA LEVE | ANEMIA MODERADA |       | Pruebas de $X^2$ |      |   |       |
| BUENO         | 28              | 14          | 3               | 45    |                  |      |   |       |
| REGULAR       | 18              | 10          | 1               | 29    |                  |      |   |       |
| MALO          | 1               | 0           | 2               | 3     |                  |      |   |       |
| Total         | 47              | 24          | 6               | 77    |                  |      |   |       |
|               |                 |             |                 |       | Pruebas de $X^2$ |      |   |       |
|               |                 |             |                 |       | Valor            | gl   | p |       |
|               |                 |             |                 |       | $X^2$            | 15.6 | 4 | 0.004 |
|               |                 |             |                 |       | N                | 77   |   |       |

En la tabla 2 se observa la relación entre las actitudes y el nivel de anemia, 44 de las gestantes encuestadas con actitudes positivas no tienen anemia, 24 padecen de anemia leve y 3 anemia moderada, a su vez, 3 gestantes con actitudes negativas tienen anemia moderada. Según la prueba realizada del chi cuadrado ( $X^2=17$ ) ( $p>0.05$ ) existe una relación significativa entre las variables, de manera similar.

**Tabla 2.**

*Relación entre las actitudes y nivel de anemia*

| ACTITUDES | NIVEL DE ANEMIA |             |                 | Total |                  |    |   |       |
|-----------|-----------------|-------------|-----------------|-------|------------------|----|---|-------|
|           | SIN ANEMIA      | ANEMIA LEVE | ANEMIA MODERADA |       | Pruebas de $X^2$ |    |   |       |
| POSITIVA  | 44              | 24          | 3               | 71    |                  |    |   |       |
| NEGATIVA  | 3               | 0           | 3               | 6     |                  |    |   |       |
| Total     | 47              | 24          | 6               | 77    |                  |    |   |       |
|           |                 |             |                 |       | Pruebas de $X^2$ |    |   |       |
|           |                 |             |                 |       | Valor            | gl | p |       |
|           |                 |             |                 |       | $X^2$            | 17 | 2 | <.001 |
|           |                 |             |                 |       | N                | 77 |   |       |

Godoy *et al.*, 2019 en su estudio obtuvo como p-valor = 0.000 al relacionar las actitudes con el nivel de anemia de las gestantes por lo cual existe una relación significativa entre las variables.

En la tabla 3 se observa la relación entre las prácticas y el nivel de anemia de las gestantes encuestadas, 47 con prácticas adecuadas no padecen de anemia, 23 la tienen en un nivel leve y 4 en un nivel moderado, 2 gestantes con prácticas inadecuadas padecen de anemia moderada. Según la prueba realizada del chi cuadrado ( $X^2=15.8$ ) ( $p>0.05$ ) las variables tienen una relación significativa, por otro lado, Yurivilca, T (2024) en su investigación obtuvo un ( $X^2=5.689$ ) y p-valor=0.058 al relacionar ambas variables y determinó que no existe una relación significativa.

**Tabla 3.**  
*Relación entre las prácticas y nivel de anemia*

| ACTITUDES  | NIVEL DE ANEMIA |             |                 | Total | Pruebas de X² |      |   |       |
|------------|-----------------|-------------|-----------------|-------|---------------|------|---|-------|
|            | SIN ANEMIA      | ANEMIA LEVE | ANEMIA MODERADA |       |               |      |   |       |
| ADECUADA   | 47              | 23          | 4               | 74    | X²            | 15.8 | 2 | <.001 |
| INADECUADA | 0               | 1           | 2               | 3     |               |      |   |       |
| Total      | 47              | 24          | 6               | 77    |               |      |   |       |
|            |                 |             |                 |       | N             | 77   |   |       |

CONCLUSIONES

La mayoría de las gestantes tienen conocimientos buenos, actitudes positivas y prácticas adecuadas acerca de la anemia. Probablemente esto se da, debido a que acudían a sus controles prenatales, consumían alimentos con fuente de hierro y lo preparaban teniendo en cuenta la absorción e inhibición de los nutrientes.

También, en cuanto a los resultados de la prueba del chi cuadrado se evidenció una relación significativa entre el nivel de anemia y los conocimientos, esto puede indicarnos que las gestantes utilizaban los conocimientos adquiridos para la prevención de la anemia. El nivel de anemia relacionado a las actitudes puede deberse a que las gestantes tenían interés y seguían las indicaciones que les daba el personal de salud al momento de sus controles prenatales. Acerca de las prácticas relacionadas al nivel de anemia puede darse debido a que consumían con frecuencia alimentos con fuente de hierro y los complementarían con fuente de Vitamina C para una adecuada absorción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aldana, L. (2019). Conocimiento sobre anemia en gestantes atendidas en el Centro de Salud Concepción 2019. [Tesis para optar por el título de Especialista en Salud Familiar y Comunitaria, Universidad Nacional de Huancavelica] Repositorio institucional de la Universidad Nacional de Huancavelica. [https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/fa519e5e-c608-4c24-b31c-a9a\\_c998ba111/content](https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/fa519e5e-c608-4c24-b31c-a9a_c998ba111/content)

- Ayala, F., y Ayala, D. (2019). Implicancias clínicas de la anemia durante la gestación. *Revista Peruana de Ginecología y Obstetricia*, 65(4), 487-488. <https://doi.org/10.31403/rpgo.v65i2209>
- Diez K., y Guerrero, L. (2011). Conocimientos, actitudes y prácticas en puerperas sobre el régimen dietario con hierro y su relación con la anemia en la gestación, Instituto Nacional Materno Perinatal 2010. [Tesis para optar por el título de Licenciada en Obstetricia, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú] Repositorio institucional de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/item/88c10985-e1cb-4b7a-b925-2b1571fbf255>
- Fernández, K., y Huamán, B. (2019). Nivel de conocimiento, actitudes y prácticas preventivas sobre la anemia en gestantes adolescentes, Micro Red Trujillo Metropolitano 2019. [Tesis para optar el título profesional de Licenciada en Enfermería, Universidad César Vallejo, Perú.] Repositorio institucional de la Universidad Cesar Vallejo [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/40480/Fern%C3%A1ndez\\_YKC-Huam%C3%A1n\\_JBM.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/40480/Fern%C3%A1ndez_YKC-Huam%C3%A1n_JBM.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Godoy, E., Concori, G., Llanca, L., y Salazar, M. (2019). Relación entre el nivel de conocimientos y actitudes sobre la alimentación saludable y el nivel de anemia en gestantes en Tacna. *Revista médica Basadrina*, 13(2), 41-46 <https://doi.org/10.33326/26176068.2019.2.880>
- Huamán, T., y Contreras, E. (2022). Prácticas sobre alimentación en el embarazo y su relación con la anemia ferropénica en gestantes a término en el Centro de Salud Las Moras Huanuco - 2020. [Tesis para optar por el título de Obstetra, Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Perú] Repositorio institucional de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán <https://repositorio.unheval.edu.pe/item/da2405e1-4dd8-4040-a307-e86fc2a864a1>
- Instituto Nacional de Estadísticas e Informática (INEI). (2022). Encuesta Demográfica y de Salud Familiar (ENDES), 2021. [https://proyectos.inei.gob.pe/endes/2020/INFORME\\_PRINCIPAL\\_2020/INFORME\\_PRINCIPAL\\_ENDES\\_2020.pdf](https://proyectos.inei.gob.pe/endes/2020/INFORME_PRINCIPAL_2020/INFORME_PRINCIPAL_ENDES_2020.pdf)
- Instituto Nacional de Salud (INS). (2023). Perú: Anemia en gestantes que accedieron a los establecimientos de salud por niveles, según departamento, periodo: enero a diciembre 2023. [https://www.gob.pe/institucion/ins/buscador?term=anemia%2Bgestantes%2B2023&institucion=ins&topic\\_id&contenido&sort\\_by=none](https://www.gob.pe/institucion/ins/buscador?term=anemia%2Bgestantes%2B2023&institucion=ins&topic_id&contenido&sort_by=none)
- R Core Team (2024). R: A Language and environment for statistical computing. (Version 4.4) [Computer software]. Retrieved from <https://cran.r-project.org>. (R packages retrieved from <https://cran.r-project.org/>)
- Taipe, R. (2019). Anemia en el primer control de gestantes en un centro de salud de Lima, Perú y su relación con el estado nutricional pregestacional. <http://dx.doi.org/10.24265/horizmed.2019.v19n2.02>

The jamovi project (2024). jamovi. (Version 2.6) [Computer Software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>

**Declaración de roles de autores**

- Alejo, R.: Conceptualización; escritura; metodología; revisión y edición; análisis estadístico; administración del proyecto.
- Castro, M.: Conceptualización; escritura; metodología; revisión y edición; análisis estadístico; administración del proyecto.

**Financiamiento de la investigación/ Agradecimientos**

Autofinanciado.

# Instrucciones a los autores de publicaciones en la Revista de Investigaciones de la Universidad Le Cordon Bleu

La Revista de investigaciones de la Universidad Le Cordon Bleu, es una publicación científica arbitrada, editada por el Centro de Investigación de la Universidad. La revista se edita con una periodicidad semestral y está orientada a la publicación de artículos científicos originales y revisiones bibliográficas en las áreas de las ciencias agrícolas y afines relacionadas con la alimentación (biotecnología, contaminación, dietas, genómica y genética de la producción de alimentos, nutrición, procesamiento y conservación de alimentos, entre otros.). La revista publica trabajos realizados por investigadores nacionales y extranjeros, en idioma español o inglés.

La presentación de un manuscrito para su publicación en la Revista de Investigaciones de la Universidad Le Cordon Bleu debe respetar la originalidad del trabajo científico respectivo, no debiendo estar en proceso de revisión para su publicación en otra revista o haber sido publicado anteriormente. Asimismo, la inclusión de figuras, tablas o pasajes de texto que ya han sido publicados deberán estar acompañadas de la autorización del propietario del derecho de autor. En cualquier caso, el material recibido sin tal evidencia se supondrá que es propiedad del o los autores.

El autor principal debe dirigirse al editor de la revista para iniciar el proceso de revisión del manuscrito. Para ello deberá adjuntar al manuscrito los siguientes documentos: “Carta del autor y declaración de originalidad” y “Carta de autorización para la publicación y distribución” debidamente completadas y firmadas por cada uno de los autores. En estos documentos se debe respetar el orden de autoría que aparece en el manuscrito (en caso de no coincidir la información, el manuscrito será devuelto al autor principal).

El editor y la revista no serán considerados legalmente responsables de los contenidos de cada artículo publicado en caso de cualquier reclamación.

Los manuscritos solo serán aceptados a revisión si cumplen las normas formales de la revista. Todos los textos, tablas y figuras deben presentarse en formato Word, las tablas y figuras deben estar numeradas e insertadas en el lugar correcto del texto, pudiendo solicitarse adicionalmente a los autores los datos originales de éstas. Tanto tablas como figuras, no deben exceder el número de cinco de cada una.

El trabajo debe ser escrito en formato Word tamaño A-4, a espacio y medio de interlineado, en caracteres de 12 puntos, con fuente de estilo calibri y en una columna. Los artículos serán enviados al editor de la revista al correo electrónico: [revista.cientifica@lecb.edu.pe](mailto:revista.cientifica@lecb.edu.pe)

[ulcb.edu.pe](http://ulcb.edu.pe) ,acompañados de la “Carta de autorización para la publicación y distribución” y la “Carta del autor y declaración de originalidad ”.

Los manuscritos pueden ser presentados en idioma español o inglés, con una extensión máxima de 15 páginas.

### **La estructura del manuscrito debe ser:**

#### **I.- Identificación del manuscrito**

1.- El título, debe ser conciso e informativo con un máximo de 15 palabras, en idioma español y su traducción al idioma inglés o viceversa. Cada organismo vivo nombrado debe llevar inmediatamente detrás el nombre científico entre paréntesis y en letra cursiva respetando las normas de taxonomía. Debe ser atractivo, preciso, y comunicar el contenido del texto. No deben aparecer nombres comerciales ni abreviaturas. El título sin punto final.

2.- Identificación de autores: Los nombres de los autores deben aparecer según la plataforma IraLIS (International Registry of Authors-Links to Identify Scientists) que sugiere:

Nombre + Inicial del segundo nombre (opcional) + primer Apellido.

En caso de querer usar el segundo apellido, deben aparecer ambos apellidos unidos por guión.

No usar la abreviatura M.<sup>a</sup> (se debe escribir M. o María).

Las partículas De, Del, De la y De los deben ir junto al apellido, no junto al nombre.

Es imprescindible proporcionar el número ORCID de cada autor. En caso de tener que registrarse, use el sitio <https://orcid.org/>

3.- Afiliación de cada autor: Debe aparecer la institución. Ciudad, País (ej. Universidad Le Cordon Bleu. Lima, Perú). En caso de que los autores tengan diferente afiliación, se identificará exponencialmente en cada uno de ellos con un número que se corresponderá con cada institución y debajo de los nombres se listarán las instituciones.

ej. Vannia Gonzales-Krapp<sup>1</sup>, Valeria Vento-Sime<sup>2</sup>, Karen V. Quiroz-Cornejo<sup>3</sup> y Víctor J. Samillan<sup>3, 4</sup>

1.- Academia de Artes Marciales Parabellum. Lima, Perú

2.- Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima, Perú

3.- Universidad Le Cordon Bleu. Lima, Perú

4.- Escuela de Postgrado, Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú

4.- Correo electrónico del autor para correspondencia.

## II.- Resumen del artículo

El resumen/abstract del artículo debe tener entre 200 y 250 palabras, no debe contener abreviaturas indefinidas o citas no referenciadas. Debe ser presentado en idioma español y en idioma inglés (o viceversa según el idioma del texto). Debe permitir identificar de manera rápida y concisa el contenido del artículo, incluyendo la información más destacada del contexto en que se desarrolla el trabajo, el objetivo, la metodología, los principales resultados y conclusiones. Se redacta en tiempo pasado, y se estructura en un solo párrafo.

Las palabras clave/keywords, deben ser de 4 a 6 palabras y se recomienda que no estén en el título para que cumplan su función en las búsquedas. La primera palabra se inicia con letra mayúscula y a continuación irán separadas por (,) y llevarán (.) final. Deben ser presentados en idioma español e inglés.

## III.- Introducción

Debe exponer cuál es el problema en estudio y por qué se estudió. La investigación debe introducirse describiendo el problema y su justificación, destacando los antecedentes abordados en la literatura científica más reciente. Los antecedentes abordados deben incluir las contribuciones de los autores para cubrir la brecha existente que el artículo pretende cubrir. Debe incluir la importancia y los objetivos del manuscrito

## IV.- Materiales y Métodos

Debe iniciar describiendo los materiales a utilizar y su origen, así como el sitio donde se desarrolló el trabajo. Se deben describir expresamente los procedimientos metodológicos, equipos y cualquier modificación o ajuste realizado. Debe tener en cuenta el tamaño de la muestra, instrumentos de recolección de datos y técnicas de procesamiento y análisis estadístico. En caso de estar involucrados seres humanos, animales de experimentación, o plantas extraídas de la naturaleza (no cultivadas) es necesario tener en cuenta y mencionar que se cumplieron los estándares éticos requeridos internacionalmente en el caso que ocupe. Los estudios en humanos, deben contar con la aprobación del Comité de Ética institucional que aprobó el protocolo, adjuntando copia de la constancia emitida y el consentimiento informado empleado en el estudio a publicar. Es importante detallar al nivel que se garantice la reproducibilidad del trabajo.

## V.- Resultados y Discusión

Debe mantener el orden cronológico expuesto en el capítulo **Materiales y Métodos**. Cada resultado debe iniciarse con una pequeña introducción que permita exponer las tablas y figuras con la información de interés, teniendo en cuenta los objetivos. Si es necesario dividir **Resultados y Discusión** en sub-acápites para su mejor entendimiento, se procederá como tal, evitando en cualquier caso repetir información que aparezca previamente en el texto.

Todos los resultados deben ser discutidos exponiendo qué significan y su valoración, debiendo explicarse por las bases teóricas que brindan otros autores y a

través de comparaciones con los resultados de otras investigaciones actuales del tema o temas relacionados. Tener en cuenta en qué supera resultados previos o qué limitaciones aparecen. Cada uno de los argumentos descritos deben estar respaldados por las citas de literatura científica actualizada.

## **VI.- Conclusiones**

Se deben sintetizar los principales resultados del estudio, destacando su relevancia científica y sus implicaciones prácticas en el ámbito del trabajo realizado. Esta sección debe responder claramente a los objetivos del trabajo. Deben ser concisas y tener presente que no debe repetirse ninguna información que ya aparezca, evitando cualquier tipo de explicación.

## **VII Declaración de roles de autores:**

Con el objetivo de promover la transparencia y el reconocimiento a las contribuciones individuales en los trabajos publicados, la revista adopta la Taxonomía CRediT como estándar para la declaración de autoría. Este enfoque describe la participación de cada autor en el trabajo como: la conceptualización, la curación de datos, el análisis formal, la obtención de financiación, la investigación, la metodología, la administración del proyecto, los recursos, el software, la supervisión, la validación, la visualización y la redacción del borrador original y de la revisión y edición del texto final.

## **VIII Financiamiento de la investigación/ Agradecimientos:**

Los autores deben declarar cualquier fuente de financiación involucrada en la realización de la investigación o en la preparación del artículo. Expresando que: Este trabajo fue apoyado por [Institución] [números de subvención xxxx-1234].

Si no se ha proporcionado financiación para la investigación, se recomienda incluir la siguiente frase: Esta investigación no recibió subvención externa, de manera que ha sido fruto del autofinanciamiento de los autores.

Pudiendo agradecer en este acápite cualquier colaboración o apoyo personal o institucional adicional.

## **IX.- Declaración de uso de IA generativa en el proceso de escritura**

Los autores deben declarar el empleo de IA generativa durante el proceso de redacción científica. Expresando que:

Durante la preparación del manuscrito, el/los autor(es) utilizaron [NOMBRE DE LA HERRAMIENTA/ SERVICIO] para [MOTIVO]. Luego el trabajo fue revisado y editado, asumiendo plena responsabilidad por el contenido del artículo publicado.

Si no tiene nada que declarar, no aparecerá el acápite.

## **X.- Referencias bibliográficas**

Se elaborarán según la última edición de las normas APA. Debiendo comprobarse cuidadosamente que estén correctas y que cada cita del texto, tenga su referencia bibliográfica.

Deben tener al menos 15 referencias bibliográficas citadas y no deben exceder las 30 referencias bibliográficas en cada manuscrito.

Artículo con DOI:

Terry, V., y Casusol, K. (2018). Formulación de una salsa picante a base de pulpa de cocona (*Solanum sessiliflorum*), ají amarillo (*Capsicum baccatum*) y ají Charapita (*Capsicum chinense*). *Revista de Investigaciones de la Universidad Le Cordon Bleu*, 5(1), 5-17. <https://doi.org/10.1017/s001190000386>

Artículo sin DOI on line:

Terry, V., y Casusol, K. (2018). Formulación de una salsa picante a base de pulpa de cocona (*Solanum sessiliflorum*), ají amarillo (*Capsicum baccatum*) y ají Charapita (*Capsicum chinense*). *Revista de Investigaciones de la Universidad Le Cordon Bleu*, 5(1), 5-17. <http://revistas.ulcb.edu.pe/index.php/REVISTAULCB/article/view/104>

Artículo sin DOI impreso:

Terry, V., y Casusol, K. (2018). Formulación de una salsa picante a base de pulpa de cocona (*Solanum sessiliflorum*), ají amarillo (*Capsicum baccatum*) y ají Charapita (*Capsicum chinense*). *Revista de Investigaciones de la Universidad Le Cordon Bleu*, 5(1), 5-17.

## **INDICACIONES SOBRE EL CONTENIDO DE LOS ARTÍCULOS**

### **Formato del texto**

Los manuscritos deben enviarse en Word y escrito en una sola columna.

Use 1,5 de espacio interlineado.

Use una fuente normal y simple (por ejemplo, calibre 12 puntos) para texto.

Use letra cursiva para palabras en un idioma distinto al del texto del manuscrito.

Use la función de numeración automática para numerar las páginas.

No use funciones de campo.

Use tabulaciones u otros comandos para sangrías, no la barra espaciadora.

Para crear tablas use la función de tabla, no las hojas de cálculo de EXCEL.

Use el editor de ecuaciones para las ecuaciones.

Considere un máximo de 15 páginas de extensión total del trabajo enviado.

Cuando se trate de números decimales, la parte entera irá separada de la parte decimal por (,) y en inglés por (.) (ej. 3,1416 para español y 3.1416 para inglés)

Los números a partir de los miles deberán ir separados por un espacio cada 3 cifras evitando el uso de cualquier signo de puntuación (ej. 1 000 000), con excepción de los años (ej. 2024).

Los números acompañados de unidades de medidas o signos deben estar separados de ellas por un espacio (ej. 25 %, 25 g).

### **Abreviaturas**

Las abreviaturas deben definirse en la primera mención en el texto y usarse de manera consistente a partir de entonces.

Debe evitar el uso de notas al pie de páginas.

Las notas en las tablas deben estar ajustadas a las normas APA según la última edición.

### **Tablas y figuras**

Cada manuscrito no debe superar las 5 tablas y las 5 figuras.

Todas las tablas y figuras deben ser numeradas usando números arábigos.

Las tablas y figuras deben citarse en texto en orden numérico consecutivo, siempre antes de aparecer en el documento.

Cada tabla y figura debe ser nombrada de manera que se explique la información que brinda.

Las tablas se numeran y nombran en la parte superior, mientras las figuras en la parte inferior. Siempre alineadas al margen izquierdo. Ej.

#### **Tabla 1.**

*Relación entre las horas de sueño y el rendimiento académico de estudiantes de educación universitaria.*

**Figura 1.** Relación entre las horas de sueño y el rendimiento académico de estudiantes de educación universitaria.

Las notas al pie de las tablas deben seguir la estructura sugerida en la última edición de APA.

No se aceptarán tomas de pantallas como figuras.

Las figura escaneada y fotos deben tener una resolución mínima de 1 200 ppi (píxeles por pulgada).

Si el diagramador lo considera necesario solicitará las figuras o datos originales.

Los gráficos deben elaborarse en blanco, grises y negro, no debiendo tener sombreados que no sean sólidos y que no aporten alguna información.

Evitar el uso de figuras tipo “gráfico pastel” y tridimensionales.

Toda la información dentro de las figuras, debe ser legible en su tamaño final.

Si se usa cualquier aumento en las fotografías, indíquelo utilizando barras de escala dentro de la misma figura.

Para la elaboración de figuras tener en cuenta las políticas al respecto.

Las figuras (fotos y esquemas) deben ser a colores, si fuera en blanco y negro asegúrese que la información principal sea suficientemente nítida.

### **Pie de figura**

Cada figura debe tener un título conciso que describa con precisión lo que se representa.

Los nombres de las figuras comienzan con el término **Figura** en negrita, seguido del número de la figura, también en negrita, y a continuación el nombre.

Datos numéricos y medidas.

Para datos numéricos y medidas, emplear el sistema Internacional de Unidades (SI).

En los textos en español se usará la (.) para las fracciones y en inglés el (/)

Entre el último dígito y la unidad de medida o símbolo, debe mediar un espacio.

Los números de más de 4 dígitos tendrán un espacio cada 3 dígitos, siempre que no se refiera a años y no llevarán (.) o (/).

El término **elaboración propia** no es tenido en cuenta ya que no es fuente.

## **SISTEMA DE ARBITRAJE**

La revista aplica la revisión por pares a doble ciego como sistema de arbitraje principal para garantizar la calidad de los artículos en cada publicación. Los evaluadores son externos a la universidad y expertos en cada área temática. El equipo editorial acepta la revisión por pares abierta como una modalidad opcional para la evaluación de manuscritos recibidos, en la que los autores podrán optar por esta modalidad, en tal caso se informa a los revisores, los que podrán aceptar o no su participación. Los autores también tienen la posibilidad de sugerir algún revisor en la “Carta de autorización para la publicación y distribución”.

El proceso de arbitraje se inicia con la revisión del cumplimiento de las instrucciones para autores dadas por la revista y la evaluación temática por el Editor Científico. Los autores recibirán un correo electrónico indicando la decisión preliminar si se acepta o rechaza el manuscrito en un plazo no mayor a 30 días a partir de la recepción. El rechazo del manuscrito tendrá carácter definitivo. Si es necesario realizar correcciones mínimas,

se le dará un plazo de 15 días para devolver el manuscrito corregido.

El siguiente paso es el envío de los manuscritos para el arbitraje en pares doble ciego. Los revisores externos desconocerán la identidad de los autores y viceversa. El plazo máximo para la evaluación es de 60 días. Luego de este periodo de tiempo los árbitros pueden considerar el manuscrito:

Publicable sin modificaciones.

Publicable con modificaciones menores.

Publicable con modificaciones mayores para volver a ser presentado y evaluado.

No publicable.

Los manuscritos serán devueltos a los autores en un plazo máximo de 15 días con las modificaciones menores o mayores de forma anónima para que realicen las correcciones en un plazo máximo de 20 días. No se aceptará ningún trabajo sin la totalidad de las modificaciones corregidas. Si las correcciones no fueron realizadas y enviadas hasta un plazo de 30 días, el manuscrito será dado de baja de forma automática.

## **POLÍTICA DE ACCESO Y REUSO**

La revista se desarrolla bajo la modalidad de acceso abierto. El contenido de todos sus números está disponible para descargar a texto completo, sin periodos de embargo con el objetivo de incrementar la difusión de las investigaciones y el intercambio de conocimiento.

No se realiza ningún cobro por el envío, evaluación y publicación (APC's) de los artículos presentados al editor.

La Revista de Investigaciones de la Universidad Le Cordon Bleu se distribuye bajo la Licencia Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional, lo cual permite a terceros mezclar, transformar y crear a partir del contenido de nuestros artículos para fines comerciales y no comerciales, bajo la condición de que toda obra derivada de la publicación original sea distribuida bajo la misma licencia CC-BY 4.0, siempre que mencionen la autoría del trabajo, y a la primera publicación en esta revista. Los autores podrán realizar otros acuerdos independientes y adicionales para la distribución y reproducción no exclusiva de la versión publicada en la revista en otros medios impresos o electrónicos, siempre que se indique la autoría del trabajo y de su publicación inicial, tal como lo estipula la licencia. Los autores pueden archivar, en el repositorio o sitio web de su institución o personal, la versión previa a la revisión por pares y la ya publicada, esta última bajo el formato de la revista. Cualquier utilización comercial del contenido de nuestra publicación necesitará la autorización previa y por escrito del Editor Científico.

## **PRINCIPIOS ÉTICOS PARA LA PUBLICACIÓN DE ARTÍCULOS**

Los principios éticos de la revista están adheridos a los lineamientos y recomendaciones del Código de Conducta y Directrices de Mejores Prácticas para Editores de Revistas dadas por el Comité Internacional de Ética en las Publicaciones Científicas

(COPE). Se encuentran disponibles en <https://publicationethics.org/> , en este sentido, el Editor Científico, Director Editorial, el Comité Editorial y el Comité Asesor promoverán las buenas prácticas en la investigación y podrán detectar alguna irregularidad o falta cometida por parte de los colaboradores. Se aplican los siguientes principios:

**Originalidad:** Los manuscritos enviados deben ser originales. No haber sido publicados anteriormente. No haber sido enviados simultáneamente a otras revistas para su evaluación. Si la información se extrae de una fuente externa se debe incluir la respectiva citación y referencia de acuerdo a las instrucciones a los autores.

**Consentimiento:** Todos los autores dan su consentimiento para el envío, revisión y publicación del manuscrito a través de la carta de autorización de publicación y distribución publicada dentro de las instrucciones a los autores.

**Autoría:** Todos los autores que contribuyeron con la investigación deben ser incluidos, sin omitir a ninguno, en el manuscrito. El orden de los autores depende de su mayor o menor participación en la investigación según sus criterios.

**Transparencia:** Se aplica un proceso de arbitraje en pares doble ciego de forma anónima, objetiva, consistente y con crítica constructiva. Los árbitros no tienen ningún vínculo de tipo laboral, académico o personal con los autores.

### **Manifiesto del uso de Inteligencia artificial (IA) generativa en la redacción del manuscrito**

Los autores deben manifestar en la carta del autor, el empleo o no de IA generativa durante el proceso de redacción científica, según se tiene en cuenta en las políticas editoriales, omitiéndose el uso de cualquier herramienta de IA relacionada con el análisis de datos que forman parte de la investigación.

Al ser los autores los únicos responsables del contenido del manuscrito, se recomienda que cualquier uso de IA sea responsable, supervisado y controlado por los autores, teniendo en cuenta que en ningún caso la IA o herramientas asistidas por ella, debe ser citada como autor. Actualmente los revisores y editores NO tienen permitido el uso de IA generativa ni herramientas asistidas por IA en su importante labor.

El uso de IA generativa en el proceso de escritura debe ser declarado en el manuscrito. Su no declaración implica su no uso.

### **Uso de lenguaje inclusivo**

Los autores deben reconocer en su manuscrito la diversidad y respeto a todas las personas, asegurándose de que su trabajo se utilice un lenguaje inclusivo en todo momento y no contenga nada que pueda implicar que una persona es superior a otra por motivos de edad, genero, orientación sexual, cultura, etnicidad o discapacidad.

## **Procesamiento de imágenes**

Los autores deben respetar lo planteado en la revista en cuanto a las imágenes, haciendo énfasis en que los ajustes de brillo, contraste o balance de color se aceptan siempre que no eliminen ninguna información original. No se acepta el uso de IA generativa ni de herramientas asistidas por IA para crear o modificar imágenes.

Todo manuscrito que no se adecúe a estos principios y se compruebe una mala práctica será rechazado, retractado o eliminado, en función del estado en que se encuentre en el momento de detectar faltas éticas.

Los Editores se reservan el derecho de rechazar manuscritos que no cumplan con las pautas mencionadas anteriormente. El autor será responsable por el contenido comprendido en el manuscrito.



*Contribuyendo al desarrollo de la investigación,  
la ciencia y la innovación científica del Perú.*

Avenida Salaverry 3180. Magdalena del Mar  
Lima - Perú