

Revista

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE ORIENTE

A la verdad por la fe y la ciencia

Ciencias de la Salud: Nutrición

54

Revista Universidad Católica de Oriente

La Revista es el órgano de producción científica, tecnológica y cultural de la Universidad Católica de Oriente. Publica semestralmente contribuciones inéditas y originales como resultados de investigación y de reflexión en las distintas áreas del conocimiento. Está dirigida a la comunidad académica y científica en los ámbitos nacional e internacional.

Volumen 35 - Número 54, julio - diciembre 2024
ISSN: 2500-5553 (en línea)

Periodicidad semestral

Publicación

Fondo Editorial Universidad Católica de Oriente

Canciller

Mons. Fidel León Cadavid Marín

Rector

Pbro. Ángel David Agudelo Mesa

Directora académica

Mag. Angela María Velázquez Valderrama

Director de Investigación y Desarrollo

PhD. David Alejandro Granados Morales

Director Revista

Juan Carlos González Sánchez

Decana Facultad de Ciencias de la Salud

Isabel Cristina Giraldo Marín

Editor invitado

Ángel Miro López Marulanda

Comité Editorial

Dra. Berta Miriam Gaviria Gutiérrez
Dr. Jhon Jairo Serna Sánchez
Mag. Luisa Fernanda Montoya
Mag. Diego Andrés Vélez
Mag. Yohany Andrés Álvarez Rodríguez
Mag. Jesús David Vallejo Cardona
Mag. Mary Estela Ospina Henao

Corrector de textos

Juan Ricardo Molina Rúa

Diagramación y diseño

Ángela María Pérez Loffsner

Publicación

Revista Universidad Católica de Oriente
Especial Ciencias de la Salud: Nutrición
Volumen 35 - Número 54, julio - diciembre 2024



El contenido de todos los artículos es responsabilidad exclusiva de los autores quienes garantizan, dentro del marco de la confianza, la originalidad de sus manuscritos, y no comprometen a la Universidad ni a la Revista. Los artículos pueden ser reproducidos total o parcialmente citando la fuente.

Revista

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE ORIENTE

A la verdad por la fe y la ciencia

*Revista Universidad Católica de Oriente
Vol. 35 • N.º 54 • julio - diciembre 2024
Rionegro - Antioquia, Colombia
103 páginas*

Contenido

5 Editorial

6 ¿Son efectivos los compuestos bioactivos destinados a la pérdida de peso?: una revisión sistemática

Juan Alejandro Betancur y Ana María Aristizábal Montoya

43 Características nutricionales, usos y conservación de las flores comestibles con fines gastronómicos

María Clara Echeverri, Valentina Hincapié, Juanita Hoyos Ríos y Ana María Aristizábal Montoya

60 Capacidad antioxidante de fresas (*Fragaria* × *ananassa* Duch. cv. Albión) cultivadas en sistemas convencional e hidropónico

Susana Escobar Urrego, María Isabel Sosa Jaramillo, Isabel Cristina Zapata Vahos y Ana María Aristizábal Montoya

75 El ayuno intermitente y su relación con los trastornos de la conducta alimentaria según la evidencia científica

Ángela Granados Henao, Wendy Yurani Hernández Elejalde, Catalina Andrea Machado Ibarra y Ana María Aristizábal Montoya

90 Caracterización de la calidad fisicoquímica y composicional de la leche de vaca comercializada en el municipio de Rionegro, Antioquia

Mariana Cardona Betancur, Santiago Giraldo Gómez y Ana María Aristizábal Montoya

Editorial

Los ejercicios de investigación formativa, en muchas ocasiones, quedan archivados en carpetas físicas o digitales, como si su valor se agotara al final de un proceso académico. En ese marco, la Revista Universidad Católica de Oriente nace con otra intención: ser un espacio de publicación pensado como un ejercicio pedagógico, donde los profesionales en formación puedan no solo compartir los resultados de sus indagaciones, sino también comprender y habitar el proceso editorial.

Porque escribir y publicar también es aprender; implica revisar, reformular, argumentar con más claridad, abrirse a la crítica y dialogar con otros saberes. En últimas, es darle vida pública a ideas que, de otro modo, podrían quedarse en silencio.

Este número está especialmente dedicado a la Facultad de Ciencias de la Salud y al programa de Nutrición, y es testimonio del trabajo comprometido de sus estudiantes, quienes se animaron no solo a investigar, sino también a escribir, revisar y publicar.

En esta edición reunimos cinco artículos que reflejan la diversidad de intereses, preguntas y enfoques de nuestros autores. Todos tienen en común la rigurosidad, la curiosidad investigativa y el deseo de aportar desde la formación a conversaciones relevantes.

“Características nutricionales, usos y conservación de las flores comestibles con fines gastronómicos” explora el potencial de las flores comestibles, no solo como adorno, sino como ingrediente con beneficios nutricionales, medicinales y culinarios.

En “¿Son efectivos los compuestos bioactivos destinados a la pérdida de peso?: una revisión sistemática”, se analiza críticamente la efectividad real de los suplementos dietarios para perder peso. Los resultados muestran que la evidencia científica frente a la efectividad de estos productos es más limitada de lo que solemos creer.

Por otro lado, “Evaluación de la capacidad antioxidante de fresas (*Fragaria x ananassa* Duch, Cv. Albión) producidas mediante sistemas de agricultura convencional e hidropónica” presenta un estudio que no solo compara la capacidad antioxidante de estas frutas según su grado de madurez, sino que también plantea una reflexión sobre sostenibilidad y salud.

El artículo “El ayuno intermitente y su relación con los trastornos de la conducta alimentaria, según la evidencia científica” examina el vínculo entre esta práctica alimentaria y los posibles efectos adversos. Aunque no se concluye una relación directa, sí se abre una alerta sobre riesgos que merece seguir investigando.

Finalmente, “Caracterización de la calidad físicoquímica y composicional de la leche de vaca comercializada en el municipio de Rionegro, Antioquia” revisa si los productos cumplen con lo que prometen en su etiquetado y con los estándares normativos. El estudio pone el foco en la importancia de garantizar calidad e inocuidad en algo tan cotidiano como un vaso de leche.

Desde el equipo editorial de la Revista, esperamos poder seguir contando con este tipo de ejercicios por parte de todas las facultades, como una muestra del compromiso académico con la investigación, la formación integral y la divulgación del conocimiento.

Equipo editorial

¿Son efectivos los compuestos bioactivos destinados a la pérdida de peso?: una revisión sistemática*

Are Bioactive Compounds Effective for Weight Loss? A Systematic Review

<https://doi.org/10.47286/01211463.620>

Juan Alejandro Betancur¹
Ana María Aristizábal Montoya² 

Cómo citar en APA: Betancur Quintero, J. A., & Aristizábal, A. (2025). ¿Son efectivos los compuestos bioactivos destinados a la pérdida de peso?: una revisión sistemática. *Revista Universidad Católica De Oriente*, 35(54), 6 - 42. <https://doi.org/10.47286/01211463.620>

Fecha de recepción: 29-08-2024/ Fecha de aceptación: 09-10-2024

* Agradecemos profundamente a todos los semilleros de investigación por ser la cuna donde los sueños de los jóvenes investigadores se vuelven realidad. Especialmente reconocemos la labor del Semillero de Alimentación y Nutrición Humana de la Universidad Católica de Oriente por su papel crucial en la realización de esta investigación.

1 Nutricionista Dietista de la Universidad Católica de Oriente, Rionegro, Antioquia.

2 Ingeniera de Alimentos, magister en Innovación Alimentaria y Nutrición de la Universidad Católica de Oriente. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1055-0762>.

Dirección de correspondencia: aaaristizabal@uco.edu.co

Resumen

La obesidad es la acumulación excesiva o anormal de grasa corporal que compromete la salud. Diversos factores sociales y psicológicos impulsan a los consumidores a obtener suplementos dietarios destinados a la pérdida de peso (SDDPP). El objetivo de esta revisión sistemática fue evaluar la efectividad de los ingredientes más usados en los suplementos dietarios destinados a la pérdida de peso (SDDPP) sobre indicadores antropométricos. Se utilizaron las bases de datos ScienceDirect, Google Scholar, PubMed y Scopus para realizar el rastreo de ensayos clínicos controlados aleatorizados (ECCA) a través de tesauros y criterios de inclusión y exclusión. Al finalizar la estrategia de selección se incluyeron 53 ECCA en la síntesis cualitativa. Con base en los resultados de la revisión sistemática y la evaluación realizada en términos de riesgo de sesgos y efectividad, se evidenció que la mayoría de estos compuestos bioactivos no parecen tener la evidencia suficiente en términos de cantidad, actualidad y calidad que justifique su uso como opción terapéutica segura y eficaz para el control o pérdida de peso. No obstante, algunos compuestos, como la vitamina D y los probióticos, parecen ser prometedores como complemento dentro de un programa de pérdida de peso.

Palabras clave

Bioactivos, Pérdida de peso, Revisión sistemática, Suplementos dietarios, Obesidad, Sobrepeso.

Abstract

Obesity is the excessive or abnormal accumulation of body fat that compromises health. Numerous social and psychological factors drive consumers to obtain *dietary supplements for weight loss* (DSWL). The objective of this systematic review was to evaluate the effectiveness of the most used ingredients in DSWL on anthropometric indicators. ScienceDirect, Google Scholar, PubMed and Scopus databases were used to search for randomized controlled clinical trials (RCCT) using thesaurus and defined inclusion and exclusion criteria. At the end of the selection strategy, 53 RCCTS were included in the qualitative synthesis. Based on the results of this systematic review and the evaluation of risk of bias and effectiveness, most of these bioactive compounds do not seem to have sufficient evidence in terms of quantity, quality and recent publications to justify their use as a safe and effective therapeutic option for weight loss. However, some compounds, such as vitamin D and probiotics, appear to be promising as a complement in a weight loss program.

Keywords

Bioactives, Weight loss, Systematic review, Dietary supplements, Obesity, Overweight.

Introducción

La obesidad es definida como la acumulación excesiva o anormal de grasa corporal que compromete la salud, así mismo, es de carácter multifactorial y puede ser desencadenada por aspectos genéticos, hormonales y ambientales. En estos últimos no solo la actividad física y la dieta representan un papel importante, también los factores económicos y sociales (Dorantes, Martínez, & Ulloa, 2016; OMS, 2016, 2018). A nivel mundial, para el año 2016, el 39 % de los adultos tenía sobrepeso y el 13 % padecían obesidad (OMS, 2018). La región de las Américas cuenta con la mayor incidencia de todas las regiones, donde el 62 % de los adultos padecen sobrepeso o son obesos (OPS/OMS, 2019). Por otro lado, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA, 2019) define los suplementos como fuentes concentradas de nutrientes minerales, vitaminas u otras sustancias con un efecto nutricional o fisiológico que se comercializan en forma de píldoras, tabletas, cápsulas o líquidos.

La comercialización de suplementos dietarios destinados a la pérdida de peso (SDDPP) se ve impulsada por factores como la estigmatización, discriminación social, deseo de “una píldora mágica”, menor exigencia para hacer cambios sustanciales en los estilos de vida, fácil adquisición, publicidad, promoción de los suplementos nutricionales como “naturales” y mayor accesibilidad a estos que a una consulta médica o nutricional (NIH, 2019a; Vásquez & Vanegas, 2014). Además, estos carecen de una supervisión regulatoria actualizada y un perfil de toxicidad reportado, lo que se refleja en la progresiva aparición de eventos adversos (Inayat, Majeed, Ali, Hayat, & Vasim, 2018), con el agravante de que la mayoría de los suplementos dietéticos que se comercializan para el tratamiento de la obesidad pueden ser ineficaces para el control de peso a largo plazo (NIH, 2018).

El *National Institutes of Health* (NIH) fue la primera fuente que recopiló un gran número de componentes de estos productos con sus mecanismos de acciones, evidencia de su eficacia y seguridad en su portal web *Dietary Supplements for Weight Loss* (NIH, 2019b), con su última actualización importante en noviembre de 2017, con el ingreso de 6 nuevos ingredientes. Sin embargo, los bioactivos restantes carecen de información reciente. Adicionalmente, Barrea et al. (2019) publicaron una revisión que buscaba resumir brevemente la evidencia científica sobre algunos de los SDDPP más comúnmente utilizados y sus ingredientes, centrándose particularmente en sus posibles interacciones farmacológicas. El objetivo de este estudio fue recopilar la evidencia científica de mejor calidad para determinar la eficacia de los compuestos utilizados en los SDDPP para mejorar los indicadores antropométricos a través de un modelo de revisión sistemática.

Metodología

La presente investigación fue realizada bajo la orientación de la guía PRIMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) (Moher, Liberati, Tetzlaff, Altman, & Group, 2009) y las recomendaciones de Cochrane Collaboration (J. Higgins & Thomas, 2019). En la búsqueda de información se incluyeron los principales bioactivos utilizados como ingredientes en los

SDDPP según el *National Institutes of Health* (NIH, 2019): *Irvingia gabonensis*, *Betaglucanos*, *Citrus aurantium*, Cafeína, calcio, capsaicina, carnitina, quitosano, cromo, forskolina, ácido linoleico conjugado, fucoxantina, *Garcinia cambogia*, glucomanano, grano verde de café, té verde, goma guar, *Hoodia gordonii*, Probióticos, piruvato, cetonas de frambuesa, vitamina D, *Phaseolus vulgaris* y *Pausinystalia yohimbe*. Sin embargo, tras implementar la estrategia de búsqueda se excluyeron cafeína, calcio, capsaicina, cetonas de frambuesa, fucoxantina, goma guar, *Hoodia gordonii*, *Pausinystalia yohimbe* y piruvato al no encontrar ensayos clínicos controlados aleatorizados (ECCA).

Se utilizaron las bases de datos ScienceDirect, Google Scholar, PubMed y Scopus en el rastreo de estudios científicos relevantes sobre el efecto de los bioactivos destinados a la pérdida de peso. Los principales criterios de búsqueda fueron "overweight", "obesity", "adiposity", "body composition", "body mass index", "BMI", "weight loss", "weight change", "Randomized Controlled Trial", "Controlled Clinical trial", "Randomised Controlled Trial", "Controlled Clinical Trials, Randomized", acompañados de los compuestos bioactivos mencionados.

Dos investigadores realizaron el tamizaje de los estudios extraídos de las bases de datos mediante la estrategia de búsqueda. Basados en el título y el resumen aplicaron los criterios de inclusión y exclusión tabla 1. Este proceso se repitió con el texto completo de los estudios incluidos en el primer tamizaje. En los casos en los que hubo diferencias se resolvió mediante discusión entre los dos revisores. Para la extracción de la información y evaluación del riesgo de sesgos, dos investigadores de manera independiente realizaron la extracción de información de cada uno de los estudios que fueron finalmente seleccionados para ser incluidos en la síntesis cualitativa. Los resultados recolectados de cada uno de los ECCA fueron la media y desviación estándar del cambio desde el inicio del estudio hasta el final en cada uno de los grupos, su respectiva significancia estadística y datos metodológicos. Así mismo, la evaluación del riesgo de cada ECCA se realizó por los investigadores independientemente a través de la herramienta *The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias in randomised trials* (Higgins et al., 2011). Las diferencias entre la información suministrada por ambos investigadores de solución mediante consenso.

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión durante el proceso de selección de estudios

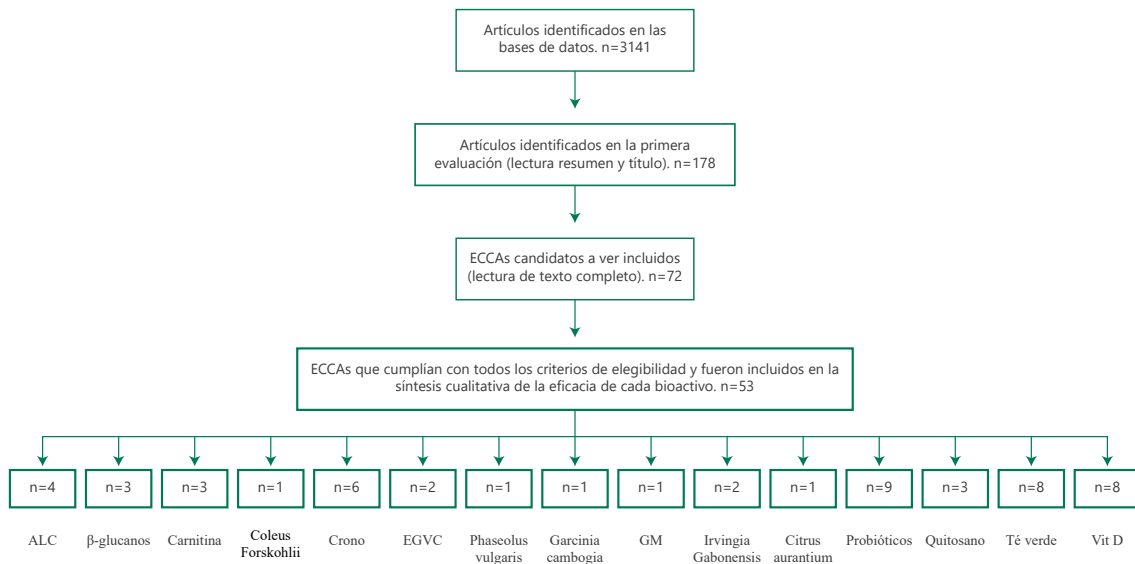
Criterios de admisión	Criterios de exclusión
Ensayos clínicos controlados aleatorizados	Estudios en animales o estudios observacionales
Participación de individuos adultos (edad ≥ 19 años)	Estudios sin grupos placebo
Interpretación de los resultados en forma de peso corporal, IMC, perímetro de cintura o grasa corporal	Participantes no adultos (edad ≤ 18 años), mujeres gestantes o lactantes
Comparación de suplementación oral contra placebo o productos fortificados contra productos no fortificados	Estudios comparativos entre altas dosis y bajas dosis
Fecha de publicación desde el primero de enero del 2014 en adelante	Estudios donde se reportaron mezclas de diferentes componentes bioactivos o de estos con medicamentos

Nota. Elaboración propia.

Resultados y discusión

La estrategia de búsqueda en las bases de datos reportó un total de 3141 artículos, tras realizar el primer tamizaje mediante la lectura de los títulos y el resumen, 2963 fueron eliminados. Con los 178 estudios restantes se procedió a analizar el texto completo, arrojando una preselección de 72 artículos. Finalmente, fueron 53 ECCA los que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión para ser parte de la síntesis cualitativa de los resultados figura 1.

Figura 1. Diagrama de flujo de la inclusión de fuentes bibliográficas



Nota. ALC: Acido Linoleico Conjugado; ECCA: Ensayo clínico controlado aleatorizado; EGVC: Extracto de granos de café verde; GM: Glucomanano.

a) Acido linoleico conjugado (ALC)

Se incluyeron cuatro ECCA, los cuales cumplieron con los criterios de admisión tabla 2. En 2019 se publicó un ECCA realizado por Shahmirzadi, Ghavamzadeh, & Zamani (2019) en donde se evaluaron los efectos de la suplementación de 3000 mg/día de una mezcla de cis-9, trans-11 y trans-10, cis-12 isómeros de ácido linoleico conjugado (en adelante ALC) en una proporción 50:50 sobre la composición corporal, insulina y leptina sérica en 54 pacientes obesos en comparación con un grupo control al cual se le administró una dosis similar de parafina como placebo durante 12 semanas. Al final del estudio únicamente se reportó diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$) entre grupos con respecto a la reducción de grasa corporal; -2.93 ± 6.23 vs -0.58 ± 4.32 kg en el grupo con ALC y el grupo control respectivamente. En el 2016 se publicaron otros 3 ensayos clínicos; Ebrahimi-Mameghani et al. (2016) realizaron un ECCA sobre 38 participantes

con diagnóstico de obesidad e hígado graso no alcohólico suplementados con 1000 mg de una mezcla isomolar de cis-9, trans-11 y trans-10, cis-12 ALC o placebo, tras las 12 semanas que duró la fase experimental, entre el grupo intervenido y el de control no se encontró diferencia estadísticamente significativa en los indicadores antropométricos. A excepción del porcentaje de grasa corporal; en el grupo con ALC se redujo en un 4.61 % mientras que en el grupo control se redujo solo en un 1.16 % ($p < 0.001$). Por otro lado, Ribeiro et al. (2016) llevó a cabo un estudio controlado aleatorizado doblemente ciego que involucró a 28 mujeres obesas las cuales fueron asignadas al grupo con suplementación 3200 mg/día de ALC con los mismos isómeros de los estudios anteriores o al grupo control con 4 g de aceite de oliva como placebo durante 8 semanas en conjunto con un programa de entrenamiento aeróbico, con el fin de evaluar los efectos sobre la grasa corporal y el perfil lipídico. Tras la terminación del estudio no se asoció estadísticamente a una pérdida de peso o grasa corporal mayor al ALC, cuando se comparó con el grupo placebo. Por último, otra investigación bajo las metodologías de aleatorizada, controlada y doblemente ciega evaluó la suplementación de 3 g de ALC con la misma mezcla de isómeros de todos los estudios anteriores en una proporción 50:50 en 62 mujeres con exceso de peso a través de 12 semanas, en el cual no se observó diferencias estadísticamente significativas en los indicadores antropométricos establecidos en esta revisión para establecer la eficiencia de cada bioactivo. Sin embargo, se halló que el protocolo de suplementación de ALC reducía considerablemente la circunferencia de cintura cuando se comparaba con el grupo control ($p < 0.05$) (Madry et al., 2016). En ninguno de estos estudios se reportaron eventos adversos o efectos secundarios serios asociados al consumo del suplemento.

Tabla 2. Principales resultados de los ensayos clínicos del ácido linoleico conjugado

(Primer autor, año)	Dosis diaria y forma de administración	Número de participantes (ALC / placebo)	Edad (años)	Peso corporal inicial (ALC / placebo)	Duración del tratamiento	Resultados principales (ALC vs. placebo)
(Shahmirzadi, 2019)	3000 mg/día, en cápsulas de 1000 mg (50% cis-9, trans-11 y 50% trans-10, cis-12 ALC)	27/27	18 a 45	89.38 ± 5.31 kg / 88.83 ± 5.50 kg	12 meses	Peso corporal (-2.09 ± 2.32 vs. -0.50 ± 2.21 kg) IMC (-2.51 ± 0.98 vs. -0.63 ± 1.02 kg/m ²) Circunferencia de cintura (-2.78 ± 4.36 vs. -0.66 ± 4.22 cm) Grasa corporal (-2.93 ± 6.23 vs. -0.58 ± 4.32 kg)*
(Ebrahimi-Mameghani, 2016)	3 cápsulas de 1000 mg de ACL (50% cis-9, trans-11 y 50% trans-10, cis-12 ALC)	19/19	20 a 50	82.10 ± 10.60 kg / 89.36 ± 9.34 kg	8 semanas	Peso corporal (-4.80 vs. -4.5 kg) IMC (-1.97 vs. -1.77 kg/m ²) Circunferencia de cintura (-5.84 vs. -5.58 cm) Grasa corporal (-4.61 vs. 1.16 %)*

(Primer autor, año)	Dosis diaria y forma de administración	Número de participantes (ALC / placebo)	Edad (años)	Peso corporal inicial (ALC / placebo)	Duración del tratamiento	Resultados principales (ALC vs. placebo)
(Ribeiro, 2016)	3.2 g/día de ACL (50% cis-9, trans-11 y 50% trans-10, cis-12 ALC)	15/13	23.1 ± 2.7	79.1 ± 7.6 kg / 81.7 ± 8.5 kg	8 semanas	Peso corporal (-1 vs. sin cambios) Grasa corporal (-1.7 vs. -1.3 %)
(Madry, 2016)	2.4 g/día (50% cis-9, trans-11 y 50% trans-10, cis-12 ALC)	32/30	>18	90.0 kg / 91.6 kg	12 semanas	Peso corporal (-0.4 vs. +0.2 kg) IMC (-0.21 vs. 0.04 kg/m ²) Circunferencia de cintura (-2.3 vs. -1.3 cm)

Nota. ALC: Ácido linoleico conjugado; *p<0.05, ± (Desviación estándar).

La heterogeneidad de los resultados, pocos participantes y corta duración en cada uno de los ensayos clínicos, no permite considerar al ALC como un suplemento con fuerte evidencia sobre sus efectos en la composición corporal. Sin embargo, una revisión sistemática y metaanálisis de Kim et al. (2016) evaluó el efecto del ALC en pacientes con síndrome metabólico, tras el análisis estadístico de 9 ensayos clínicos concluyendo que la suplementación con ALC posee un efecto estadísticamente significativo en la reducción del peso y el IMC. En cuanto a la seguridad de este ingrediente, la FDA le otorgo la clasificación de “generalmente reconocido como seguro” (GRAS por sus siglas en inglés) como una mezcla de 78 a 84% de concentración de sus isómeros cis-9, trans-11 y trans-10, cis-12 en una relación 50:50 (Hernández, 2015).

b) B-glucanos

De los estudios científicos presentes en la actual literatura que evalúan el rol de la ingesta de *betaglucanos* en diferentes marcadores metabólicos y antropométricos, tres poseían las características de inclusión establecidas por los investigadores en esta revisión tabla 3 (Aoe et al., 2017; Mosikanon, Arthan, Kettawan, Mosikanon, & Arthan, 2016; Velikonja, Lipoglavšek, Zorec, Orel, & Avguštin, 2019).

Tabla 3. Principales resultados de los ensayos clínicos de los betaglucanos

(Primer autor, año)	Dosis diaria y forma de administración	Número de participantes (betaglucanos / placebo)	Edad (años)	Peso corporal inicial (betaglucanos / placebo)	Duración del tratamiento	Resultados principales (vetaglucanos vs. placebo)
(Velikonja, 2019)	200 g de pan con 6% de betaglucanos de cebada	27/16	30 a 70	89.49 ± 20.17 kg / 79.05 ± 14.52 kg	4 semanas	Peso corporal (-0.89 ± 1.32 vs. -0.96 ± 1.76 kg) Circunferencia de cintura (-0.43 ± 0.72 vs. -0.25 ± 0.58 cm)

(Primer autor, año)	Dosis diaria y forma de administración	Número de participantes (betaglu- canos / placebo)	Edad (años)	Peso corporal inicial (betaglu- canos / placebo)	Dura- ción del trata- miento	Resultados principales (veta- glucanos vs. placebo)
(Aoe, 2017)	4.4 g en forma de cebada y arroz fortifi- cado	50/48	30 a 70	75.3 ± 10.2 kg/ 75.3 ± 9.3 kg	12 sema- nas	Peso corporal (-0.4 vs. +0.6 kg)* Circunferencia de cintura (-2.2 vs. -1.4 cm) IMC (-0.2 vs. +0.2 kg/m ²)*
(Mosi- kanon, 2016)	Dos semanas (477 mg / cápsulas) y 4 semanas (954 mg / cápsulas)	22/22	21 a 65	71.51 ± 8.26 kg/ 73.20 ± 8.38 kg	6 sema- nas	Peso corporal (-0.29 vs. -0.84 kg) Circunferencia de cintura (-3.5 vs. +1.08 cm)* IMC (+0.23 vs. -0.26 kg/m ²)

Nota. Elaboración propia con base en los autores citados. * $p < 0.05$, \pm (desviación estándar).

Velikonja et al. (2019) describió el efecto del consumo de pan adicionado con 6 g *betaglu*canos de cebada sobre marcadores bioquímicos y antropométricos, y la composición de la microbiota fecal en 27 pacientes con diagnóstico o riesgo de síndrome metabólico durante 4 semanas. En el grupo intervenido, el promedio de reducción de peso corporal fue de 0.89 ± 1.32 kg contra 0.96 ± 1.76 kg en el grupo placebo. En cuanto a la circunferencia de cintura, los individuos que consumieron el alimento con *betaglu*canos obtuvieron disminución de 0.43 ± 0.72 cm, mientras que el grupo control redujo 0.25 ± 0.58 cm, lo cual no fue estadísticamente significativo para ninguna de las 2 medidas antropométricas. El estudio de Aoe et al. (2017) evaluó el consumo de 4.4 g de *betaglu*canos en forma de arroz y cebada fortificados durante 12 semanas, en 50 pacientes con exceso de peso equivalente a un IMC ≥ 24 kg/m² y una circunferencia de cintura ≥ 85 cm para hombres o ≥ 90 cm para mujeres. En el grupo con *betaglu*canos, el peso corporal y la circunferencia de cintura se redujeron en promedio 0.4 kg y 2.2 cm respectivamente, mientras que en el grupo con el placebo los cambios fueron +0.6 kg de peso corporal y -1.4 cm de circunferencia de cintura ($p < 0.05$); el IMC tuvo un cambio de -0.2 kg/m² en el grupo intervenido contra +0.2 kg/m² en los individuos que consumieron el placebo ($p < 0.05$). Mosikanon et al. (2016) caracterizaron los efectos del consumo de cápsulas que contenían 477 mg de *betaglu*canos por unidad, en la modulación inflamatoria e indicadores antropométricos, en un diseño experimental que comprendía el consumo de 1 cápsula diaria durante 2 semanas y 4 semanas ingiriendo con 2 cápsulas/día, para un total de intervención de 6 semanas, en 22 pacientes en estado de sobrepeso u obesidad. Los resultados del grupo que consumió las cápsulas con *betaglu*canos en los indicadores antropométricos contra el grupo placebo fueron peso corporal (-0.29 vs. -0.84 kg), circunferencia de cintura (-3.5 vs. +1.08 cm) y IMC (+0.23 vs. -0.26 kg/m²).

Los resultados heterogéneos obtenidos en los anteriores estudios nos permiten concluir que no hay suficientes pruebas que respalden la inclusión de *betaglu*canos en la dieta como terapia para la pérdida de peso o mejora de indicadores antropométricos. Lo cual se contrapone con los resultados encontrados en el metaanálisis de Rahmani et al. (2019), el cual incluye 20

ensayos clínicos aleatorizados publicados hasta diciembre del 2018 y concluye que la ingesta de *betaglucanos* parece reducir el peso corporal y el IMC en los pacientes, mientras que no tiene ningún efecto en la circunferencia de cintura. Sin embargo, los resultados de la presente revisión sistemática y el metaanálisis de Rahmani et al. (2019) deben ser considerados preliminares debido a los pocos integrantes que se utilizaron en la mayoría de los ensayos clínicos y la corta/mediana duración de los mismos, al igual que lo indica el metaanálisis de Markovina et al. (2019).

c) Carnitina

Tras el rastreo bibliográfico se identificaron tres ECCA que coincidían con los criterios de inclusión tabla 4. Mohammadi et al. (2018) caracterizaron el efecto de la suplementación de 2 g de L-carnitina-tartrato/día contra placebo durante 8 semanas en 52 pacientes con diagnóstico de pénfigo vulgar en biomarcadores de estrés oxidativo, capacidad antioxidante, perfil lipídico y antropométrico. Al finalizar el estudio se encontró que no existían diferencias estadísticamente significativas entre los parámetros antropométricos de peso corporal, circunferencia de cintura e IMC en el análisis intragrupo postratamiento ni para el análisis entre grupos. Otro ECCA doblemente ciego evaluó la ingesta diaria de 250 mg de L-carnitina contra el placebo en 60 mujeres con síndrome de ovario poliquístico y sus resultados sobre parámetros de salud mental y biomarcadores de estrés oxidativo en el transcurso de 12 semanas, al final del estudio los cambios antropométricos en el grupo con carnitina contra el grupo control fueron; peso corporal -2.9 ± 1.3 vs. -0.5 ± 1.1 kg e IMC -1.2 ± 0.5 vs. -0.2 ± 0.4 kg/m² respectivamente. Al realizar el análisis intergrupar de estos cambios se halló que existía una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.001$) en ambos indicadores antropométricos (Jamilian et al., 2017). Por último, Samimi et al. (2016) valoraron los cambios en parámetros antropométricos, resistencia a la insulina y perfil lipídico asociados a la suplementación de 250 mg de L-carnitina/día contra el placebo bajo la metodología de ECCA doblemente ciego durante 12 semanas en 60 pacientes con diagnóstico de síndrome de ovario poliquístico. Tras la fase experimental, cuando se comparó la diferencia individual de los grupos entre el pre y postratamiento, se evidenció que eran estadísticamente significativas ($p < 0.001$) en el peso corporal, IMC y circunferencia de cintura.

En el 2016, Pooyandjoo, Nouhi, Shab-Bidar, Djafarian, & Olyaeemanesh publicaron una revisión sistemática de la evidencia y metaanálisis, en la cual incluyeron dentro del modelado estadístico siete ECCA que evaluaban la suplementación de carnitina en poblaciones de sujetos diagnosticados con obesidad, diabetes, trastorno bipolar, físicamente activos y adultos mayores, con énfasis en sus indicadores antropométricos, en donde se concluyó que la suplementación con carnitina está relacionada de forma estadísticamente significativa con la pérdida de peso. Sin embargo, criterios de inclusión poco estrictos, como la inclusión de ensayos clínicos que evaluaron la ingesta del suplemento en compañía de medicamentos, pudieron condicionar y sesgar esta conclusión. Cuatro años después, Askarpour et al. (2020) publicaron un nuevo metaanálisis con el análisis de 43 ensayos clínicos, concluyendo que la suplementación con carnitina en general no está asociada con cambios en los indicadores antropométricos en la población general. No obstante, en el análisis de subgrupos se encontró que sí existía relación cuando los pacientes padecían sobrepeso y obesidad,

sin embargo, esto solo ocurre cuando se acompaña de cambios en el estilo de vida. Por lo tanto, se hace necesario el desarrollo de nuevos ensayos clínicos con diseños metodológicos adecuados, suficiente cantidad de pacientes y de larga duración para dilucidar el papel de la L-carnitina en la pérdida de peso. Por ahora no consideramos a este suplemento como una opción terapéutica en el tratamiento de la obesidad o sobrepeso. Así mismo, no se han descrito efectos adversos tras su consumo en dosis inferiores a 2 g de L-carnitina.

Tabla 4. Principales resultados de los ensayos clínicos de la carnitina

(Primer autor, año)	Dosis diaria y forma de administración	Número de participantes (carnitina / placebo)	Edad (años)	Peso corporal inicial (carnitina / placebo)	Duración del tratamiento	Resultados principales (carnitina vs. placebo)
(Mohammadi, 2018)	2 g de L-carnitina-tartrato al día	26/26	30 a 65	77.70 ± 13.25 kg / 73.06 ± 9.32 kg	8 semanas	Peso corporal (-0.63 ± 1.63 vs. +0.10 ± 2.25 kg) IMC (-0.23 ± 0.60 vs. +0.03 ± 0.93 kg/m ²) Circunferencia de cintura (-1.32 ± 3.76 vs. -0.26 ± 1.73 cm)
(Jamilian, 2017)	250 mg/día de L-carnitina	30/30	18 a 40	75.3 ± 8.7 kg / 75.4 ± 13.0 kg	12 semanas	Peso corporal (-2.9 ± 1.3 vs. -0.5 ± 1.1 kg)* IMC (-1.2 ± 0.5 vs. -0.2 ± 0.4 kg/m ²)*
(Samimi, 2016)	250 mg	30/30	18 a 40	72.2 ± 10.2 kg / 72.9 ± 11 kg	12 semanas	Peso corporal (-2.7 ± 1.5 vs. -0.1 ± 1.8 kg)* IMC (-1.1 ± 0.6 vs. 0.1 ± 0.7 kg/m ²)* Circunferencia de cintura (-2 ± 1.3 vs. -0.3 ± 2 cm)*

Nota. *p<0.05, ± (Desviación estándar).

d) *Coleus Forskohlii*

Loftus, Astell, Mathai, & Su (2015) realizaron un ECCA doble ciego, donde evaluaron el efecto de la suplementación con *C. forskohlii* en conjunto con una dieta hipocalórica sobre indicadores antropométricos, consumo de alimentos, apetito, lípidos plasmáticos, leptina, glicemia e insulina en pacientes obesos o con sobrepeso, en el cual, treinta participantes fueron aleatoriamente asignados a recibir 250 mg de extracto de *C. forskohlii* o placebo dos veces al día durante 12 semanas. En donde ambos grupos presentaron una reducción significativa ($p < 0.05$) entre el inicio del estudio y la semana 12 en la circunferencia de cintura y cadera, pero cuando se comparaban el grupo intervenido con *C. forskohlii* con el grupo placebo no existía diferencia significativa. Para nuestro conocimiento, hasta la fecha no se han publicado metaanálisis sobre el

efecto que tiene esta hierba sobre parámetros antropométricos. Adicionalmente, la información sobre su seguridad o ensayos clínicos complementarios para evaluarla son escasos.

e) Cromo

Se identificaron seis ECCA que poseían las características de inclusión para la presente revisión tabla 5, de los cuales tres fueron realizados con pacientes diagnosticadas con síndrome de ovario poliquístico y no encontraron una diferencia significativa cuando se comparaban los cambios en indicadores antropométricos en los grupos con cromo y los control (Ashoush, Abou-Gamrah, Bayoumy, & Othman, 2016; Jamilian & Asemi, 2015; Jamilian et al., 2018). Por otro lado, dos ECCA utilizaron sujetos con diabetes mellitus tipo 2 e igualmente fallaron al encontrar este tipo de asociación estadística con respecto a las variables antropométricas y este suplemento (Guimarães, Carvalho, & Silva, 2016; Yanni et al., 2018). Por último, Nussbaumerova et al. (2018) en su ECCA en 60 pacientes con diagnóstico de síndrome metabólico tampoco encontró que la suplementación con cromo fuera superior al control en la reducción del IMC y la circunferencia de cintura. Adicionalmente, en ninguno de estas investigaciones se reportaron efectos adversos asociados a las líneas terapéuticas con suplementación de cromo.

En los últimos años se ha investigado la suplementación de cromo especialmente en pacientes con síndrome de ovario poliquístico. Sin embargo, ha sido difícil encontrar un consenso. Por un lado, el metaanálisis publicado por Fazelian, Rouhani, Bank, & Amani (2017), en donde se analizaron siete ECCA, concluye que la utilización de suplementos de picolinato de cromo puede ejercer efectos beneficiosos para disminuir el IMC en pacientes con síndrome de ovario poliquístico. No obstante, otro metaanálisis un poco más reciente publicado por Maleki, Izadi, Farsad-Naeimi, & Alizadeh (2018), según el análisis estadístico de seis ECCA, determinó que la suplementación de cromo tiene efectos limitados sobre la reducción de peso. Otros metaanálisis realizados con ECCA con pacientes con sobrepeso/obesidad y diabetes concluyen que la información es limitada e inconclusa para determinar el efecto de la suplementación con cromo sobre indicadores antropométricos (Suksomboon, Poolsup, & Yuwanakorn, 2014; Tsang, Taghizadeh, Aghabagheri, Asemi, & Jafarnejad, 2019).

Tabla 5. Principales resultados de los ensayos clínicos del cromo

(Primer autor, año)	Dosis diaria y forma de administración	Número de participantes (carnitina / placebo)	Edad (años)	Peso corporal inicial (carnitina / placebo)	Duración del tratamiento	Resultados principales (carnitina vs. placebo)
(M. Jamilian, 2018)	200 µg/día de cromo (como picolinato de cromo)	20/20	18 a 40	71.7 ± 8.4 kg / 68.5 ± 12.5 kg	8 semanas	Peso corporal (+0.2 ± 1.0 vs. -0.02 ± 1.0 kg) IMC (+0.1 ± 0.4 vs. -0.006 ± 0.4 kg/m ²)

(Primer autor, año)	Dosis diaria y forma de administración	Número de participantes (carnitina / placebo)	Edad (años)	Peso corporal inicial (carnitina / placebo)	Duración del tratamiento	Resultados principales (carnitina vs. placebo)
(Yanni, 2018)	Pan de trigo integral preparado con levadura enriquecido con cromo (396 µg/día de cromo)	15/15	40 a 65	82.6 ± 4.0 kg / 79.9 ± 2.4 kg	12 semanas	Peso corporal (-1.1 vs. -0.7 kg) IMC (-0.4 vs. -0.2 kg/m ²)
(Nussbaumerova, 2018)	300 µg/día de cromo elemental (200 µg en la mañana y 100 µg en la noche) en forma de tabletas	33/32	≥18	----	24 semanas	IMC (-0.19 ± 1.4 vs. -0.16 ± 1.1 kg/m ²) Circunferencia de cintura (-5.0 ± 6.8 vs. -1.8 ± 4.4)
(Ashoush, 2016)	1000 µg/día de picolinato de cromo en 5 tabletas de 200 µg	44/41	20 a 35	----	6 meses	IMC (-2.84 vs. -0.49 kg/m ²)
(Guimarães, 2016)	200 µg/día de cromo como nicotinato de cromo	16/13	30 a 60	84.03 ± 3.78 kg / 77.34 ± 4.20 kg	90 días	Peso corporal (+0.50 ± 0.33 vs. -0.20 ± 0.44 kg) IMC (+0.29 ± 0.23 vs. -0.37 ± 0.30 kg/m ²) Circunferencia de cintura (+0.23 ± 0.99 vs. -0.17 ± 1.31 cm) Grasa corporal (+0.32 ± 0.86 vs. -0.45 ± 1.10 %)
(M. Jamilian, 2015)	200 µg/día de picolinato de cromo	32/32		67.4 ± 13.7 kg / 66.6 ± 11.1 kg	8 semanas	Peso corporal (-0.04 ± 0.8 vs. -0.06 ± 1.0 kg) IMC (-0.01 ± 0.3 vs. -0.02 ± 0.4 kg/m ²)

Nota. *p<0.05, ± (Desviación estándar)

f) Extracto de granos de café verde

Durante el rastreo bibliográfico se hallaron dos ensayos clínicos que correspondían con los criterios de inclusión tabla 6. Shahmohammadi, Hosseini, Hajjani, Malehi, & Alipour (2017) evaluaron los efectos de 1 g/día de extracto de granos de café verde en pacientes diagnosticados con hígado graso no alcohólico y sus efectos sobre diferentes parámetros relacionados con la evolución de esta enfermedad mediante una metodología de ECCA doble ciego, en el cual se describieron cambios

significativos en el grupo intervenido y el control cuando se comparaban las variables antes y después del tratamiento. Sin embargo, al realizar la comparación entre los cambios de las variables antropométricas entre los dos grupos se encontró que no existía diferencia estadísticamente significativa entre el grupo con extracto de granos de café verde y el grupo placebo. Por otro lado, Roshan, Nikpayam, Sedaghat, & Sohrab (2018) llevaron a cabo ECCA con 43 sujetos diagnosticados con síndrome metabólico asignados a un grupo con 800 mg/día de extracto de granos de café verde o a el grupo placebo para evaluar el efecto de este sobre indicadores antropométricos, control glicémico, presión sanguínea, perfil lipídico, resistencia a la insulina y apetito, al evaluar los cambios antropométricos en cada uno de los grupos a través del tiempo, encontraron que existía diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$) en la circunferencia de cintura con un cambio promedio de -2.4 ± 2.54 cm en el grupo con extracto de granos de café verde contra -0.66 ± 1.17 cm en el grupo con placebo. Esta relación no se representa en el resto de los indicadores antropométricos evaluados. Adicionalmente en ninguno de los dos estudios se informaron efectos secundarios asociados al consumo del suplemento.

El reciente metaanálisis y revisión sistemática de la evidencia de Gorji et al. (2019) analizó 16 ECCA sobre el efecto que posee la administración de extracto de granos de café verde en pacientes adultos con sobrepeso, hipertensión, hígado graso no alcohólico, dislipidemia, síndrome metabólico y adultos sanos, con énfasis en los cambios de indicadores antropométricos. Se llegó a la conclusión de que la suplementación con extracto de granos de café verde puede mejorar los indicadores antropométricos de peso corporal e IMC, en especial cuando los sujetos tienen un $IMC > 25 \text{ kg/m}^2$. No obstante, también se concluye que es necesario realizar más ECCA para confirmar dichos hallazgos.

Tabla 6. Principales resultados de los ensayos clínicos del extracto de granos de café verde

(Primer autor, año)	Dosis diaria y forma de administración	Número de participantes (extracto de granos de café verde / placebo)	Edad (años)	Peso corporal inicial (extracto de granos de café verde / placebo)	Duración del tratamiento	Resultados principales (Extracto de granos de café verde vs. placebo)
(Roshan, 2018)	2 cápsulas diarias de 400 mg de Extracto de granos de café verde	21/22	18 a 70	78.1 ± 11.01 kg / 80.11 ± 12.45	8 semanas	Peso corporal (-2.08 ± 2.11 vs. -0.92 ± 1.3 kg) IMC (-0.84 ± 0.86 vs. -0.37 ± 0.52 kg/m ²) Circunferencia de cintura (-2.4 ± 2.54 vs. -0.66 ± 1.17 cm)*
(Shahmohammadi, 2017)	1 g/día de Extracto de granos de café verde	22/22	20 a 70	88.81 ± 6.73 kg / 90.25 ± 6.99	8 semanas	Peso corporal (-3.13 vs. 1.65 kg) IMC (-1.03 vs. -0.58 kg/m ²) Circunferencia de cintura (-0.95 vs. -0.62)

Nota. * $p < 0.05$, ± (desviación estándar).

g) Phaseolus vulgaris

En la revisión se encontró un ECCA que cumplía con los criterios de inclusión. Grube, Chong, Chong, & Riede (2014) realizaron la investigación bajo la metodología doble-ciego, llevada a cabo en 2 fases, una de pérdida de peso (12 semanas) y otra de mantenimiento de peso (24 semanas). Todos los sujetos siguieron una dieta hipocalórica (500 kcal menos que su gasto basal energético diario), el grupo de intervención recibió una dosis de 2 tabletas 500 mg de *Phaseolus vulgaris* tres veces al día antes de las comidas. En la fase de pérdida de peso, los cambios en la composición corporal del grupo con *Phaseolus vulgaris* en el peso corporal, IMC, circunferencia de cintura y grasa corporal comparados con el grupo placebo fueron -2.91 ± 2.63 vs. -0.92 ± 2.00 kg; 1.05 ± 0.97 vs. 0.32 ± 0.69 kg/m²; 2.50 ± 2.25 vs. 0.90 ± 2.13 cm; y 2.23 ± 2.16 vs 0.65 ± 2.33 kg, respectivamente, siendo estadísticamente muy significativo ($p < 0.001$) en cada uno. En el 2018, Udani, Tan, & Molina publicaron una revisión sistemática de la evidencia y metaanálisis sobre la ingesta de *Phaseolus vulgaris* y sus efectos en el peso corporal y la pérdida de grasa. Para esto incluyeron 11 ensayos clínicos publicados entre el 2000 y el 2014, donde se concluyó que la administración de *Phaseolus vulgaris* tiene efectos estadísticamente significativos sobre el peso y la grasa corporal. Sin embargo, y en concordancia con nuestros resultados, Onakpoya, Aldaas, Terry, & Ernst (2011) concluyeron en otro metaanálisis que la poca calidad de los ensayos clínicos publicados no permiten establecer ninguna conclusión sobre el efecto del *Phaseolus vulgaris* en la pérdida de peso.

h) Garcinia cambogia

En la búsqueda bibliográfica para evaluar la eficacia de la *Garcinia cambogia*, solo se identificó un ECCA que cumplía con los criterios de inclusión. Vasques et al. (2014) realizaron un ensayo clínico controlado aleatorizado en 43 mujeres obesas sobre el efecto que tenía la ingesta de 2.4 g de extracto de *Garcinia cambogia* sobre el perfil lipídico, perfil endocrino, calorimetría e indicadores antropométricos durante 60 días, en el cual no se encontró relación de forma significativa entre el consumo del suplemento y estos factores. Un metaanálisis de 12 ECCA publicado en el 2011 concluyó que el consumo de *Garcinia cambogia* tiene un efecto pequeño, pero estadísticamente significativo comparado con el placebo sobre el peso corporal. Sin embargo, en el mismo metaanálisis se hace referencia a que son necesarios más ECCA rigurosos y mejor reportados, y que los eventos adversos a nivel gástrico fueron el doble en los grupos intervenidos que en los placebo (Onakpoya, Hung, Perry, Wider, & Ernst, 2011). Además, algunos autores cuestionan la seguridad de estos suplementos, debido a reportes de casos de falla hepática aguda (Corey et al., 2016; Lunsford et al., 2016).

i) Glucomanano

Únicamente un ECCA cumplió con todos los criterios de inclusión de la presente revisión. Cheang et al. (2017) realizaron un estudio en el cual evaluaron el consumo de 400 g/día de fideos enriquecidos con 4 g glucomanano durante cuatro semanas en pacientes con síndrome metabólico, en donde

el grupo intervenido tuvo una reducción en el peso corporal de -0.79 ± 1.17 , IMC -0.25 ± 0.44 y circunferencia de cintura -1.86 ± 2.55 , mientras que el grupo placebo obtuvo -0.58 ± 1.08 , -0.20 ± 0.44 y -0.98 ± 1.99 respectivamente. Sin diferencias estadísticamente significativas entre el grupo intervenido y el control. Zalewski, Chmielewska, & Szajewska (2015) llevaron a cabo el análisis de siete ECCA a través de un metaanálisis, en el cual se concluyó que podría haber evidencia que, en pacientes con sobrepeso u obesidad, la ingesta de glucomanano a corto plazo podría reducir el peso corporal. Sin embargo, otro metaanálisis realizado por Onakpoya, Posadzki, & Ernst (2014) que incluyó ocho ECCA concluyó que la ingesta de glucomanano no genera de forma estadísticamente significativa pérdida de peso comparado con el placebo.

Los resultados heterogéneos de los metaanálisis y la ausencia de ECCA recientes con parámetros de calidad óptimos no hacen posible establecer el efecto que tiene la suplementación con Glucomanano sobre los parámetros antropométricos. Por lo cual, se hace necesaria la implementación de nuevas investigaciones que puedan ayudar a dilucidar esta brecha en el conocimiento.

j) Irvingia gabonensis

Se encontraron dos ECCA que cumplían los criterios de inclusión tabla 7. Azantsa et al. (2015) caracterizó que el consumo de 300 mg de *I. gabonensis* durante 8 semanas en 16 pacientes diagnosticados con obesidad redujo en un 10.00 ± 0.58 % del peso corporal y IMC de los pacientes intervenidos en contraposición con 1.74 ± 0.38 % en los pacientes que se le suministro el placebo, la grasa corporal también tuvo una reducción del 5.1 ± 0.3 % en los pacientes suplementados con *I. gabonensis*, mientras que el grupo placebo presentó una disminución del 1.3 ± 0.2 %. La circunferencia de cintura y la circunferencia de cadera disminuyó 3.1 ± 0.3 % y 6.3 ± 1.2 %, respectivamente, en los pacientes con *I. gabonensis*, de igual manera en el grupo placebo se presentó una baja del 0.8 ± 0.3 % y del 2.0 ± 0.4 %, siendo estadísticamente favorable ($p < 0.05$) para todas las variables antropométricas en el grupo con *I. gabonensis*. Por otro lado, Méndez et al. (2018) encontraron que la suplementación de *I. gabonensis* en forma de cápsulas de 150 mg antes del desayuno y la cena durante 90 días en 15 pacientes diagnosticados con síndrome metabólico no tuvieron efectos significativos en la reducción del peso corporal, IMC, grasa corporal o circunferencia de cintura comparados con el grupo placebo, además, en este estudio se describió constipación intestinal en uno de los participantes con *I. gabonensis* y dos del grupo placebo.

Los resultados discordantes, los grupos de intervención pequeños y la corta duración de los dos ECCA hacen necesario que en el futuro se realicen estudios con grupos de intervención más numerosos y con mayores tiempos de tratamiento para evaluar la seguridad y eficacia del *I. gabonensis* en el tratamiento del sobrepeso y obesidad; esta conclusión es compartida con los autores (Kazemipoor et al., 2015; Martínez-Abundis et al., 2016; Onakpoya, Davies, Posadzki, & Ernst, 2013; Ríos-Hoyo & Gutiérrez-Salmeán, 2016).

Tabla 7. Principales resultados de los ensayos clínicos de la l. gabonensis

(Primer autor, año)	Dosis diaria y forma de administración	Número de participantes (l. gabonensis / placebo)	Edad (años)	Peso corporal inicial (l. gabonensis / placebo)	Duración del tratamiento	Resultados principales (l. gabonensis vs. placebo)
(Méndez, 2018)	300 mg / cápsulas	12/12	30 a 60	80.6 ± 13.0 kg / 78.5 ± 9.2 kg	90 días	Peso corporal (-0.1 vs. 0.5 kg); IMC (sin cambios / +0.2 kg/m ²); Grasa corporal (sin cambios; +0.8 kg); Circunferencia de cintura (-3.9 vs. +0.4 cm)
(Azantsa, 2015)	300 mg / cápsulas	16/16	23 a 55	73.51 ± 1.08 kg / 74.07 ± 0.85 kg	8 semanas	Peso corporal (-10.00 ± 0.58 vs. -1.74 ± 0.38 %)* IMC (-10.00 ± 0.58 vs. -1.74 ± 0.38 %)* Grasa corporal (-5.1 ± 0.3 vs. -1.3 ± 0.2 %)* Circunferencia de cintura (-3.1 ± 0.3 vs. -0.8 ± 0.3 %)*

Nota. *p<0.05, ± (desviación estándar).

k) Citrus aurantium

En la correspondiente revisión de la literatura científica únicamente se encontró un ECCA que cumplía con los criterios de inclusión expuestos en la metodología designada por los autores, en donde participaron 12 hombres en un programa de entrenamiento de resistencia con diferentes protocolos de suplementación, entre los cuales había 100 mg/día de sinefrina. No obstante, no se encontraron cambios significativos del peso corporal ni en comparación con el grupo placebo ni a través del tiempo, tampoco presentaron eventos adversos (Ratamess et al., 2015).

l) Probióticos

En la revisión de la literatura científica se identificaron nueva ECCA que poseían las características descritas en los criterios de inclusión tabla 8. De estos ECCA, seis se realizaron en pacientes con sobrepeso u obesidad teniendo resultados diversos; 4 encontraron diferencia estadísticamente significativa entre los cambios en indicadores antropométricos de peso corporal, IMC, circunferencia de cintura y grasa corporal; cuando se comparaban los grupos con probióticos y los control (Higashikawa et al., 2016; Madjd et al., 2016; Sanchez et al., 2014; Stenman et al., 2016). Por otro lado, el estudio doble ciego de Kim et al. (2017) evidenció esta diferencia significativa (p < 0.05) en el peso corporal, IMC y la grasa corporal en 66 pacientes no diabéticos con sobrepeso tras 12 semanas de duración del mismo. Adicionalmente, otra investigación con 44 pacientes y

una duración de 12 semanas no reporto diferencias estadísticamente significativas en los cambios del peso corporal y el IMC cuando comparaban ambos grupos. Sin embargo, esta relación sí fue positiva en la masa grasa en el grupo con probióticos cuando se comparó con el control.

Con respecto a los otros tres ECCA seleccionados, Rabiei et al. (2018) evaluaron el efecto de 500 mg/día de diversas especies probióticas en 40 pacientes diagnosticados con síndrome metabólico sobre indicadores antropométricos, metabólicos, inflamatorios y el apetito durante 12 semanas bajo una metodología de ensayo clínico controlado aleatorizado triple ciego, evidenciando que no existe diferencia en los cambios antropométricos entre el grupo con probióticos y el control. Por contraste, Ahmadi et al. (2017) encontró diferencias significativa entre los cambios en el peso y el IMC del grupo control y el grupo con probióticos en un ensayo clínico doble ciego aleatorizado con 60 pacientes diagnosticadas con síndrome de ovario poliquístico. Por último, Hariri et al. (2015) evaluaron la ingesta de bebida de soya enriquecida con probióticos versus bebida de soya convencional en 40 pacientes con diabetes mellitus tipo 2 y sus efectos sobre indicadores antropométricos y la presión arterial durante 8 semanas, fallando en asociar de forma positiva a la ingesta de probióticos con la reducción del peso corporal e IMC.

Diversos metaanálisis se han llevado a cabo para identificar el efecto que tiene los cultivos probióticos en los indicadores antropométricos con conclusiones heterogéneas. Borgeraas, Johnson, Skattebu, Hertel, & Hjelmsæth (2018) tras el análisis de 15 ECCA llevados a cabo en pacientes con sobrepeso (IMC entre 25-29.9 kg/m²) u obesidad (IMC>30 kg/m²) y con una duración de entre 3 y 12 semanas, se llegó a la conclusión de que los suplementos probióticos a corto plazo (≤ 12 semanas) redujeron el peso corporal, el IMC y el porcentaje de grasa, sin embargo, este efecto fue pequeño y poco significativo. Además, muchos ECCA no fueron incluidos en el presente metaanálisis debido a factores metodológicos. Otro metaanálisis con criterios de inclusión más amplios y un total de 25 ECCA concluyó que la ingesta de probióticos podría reducir el peso corporal y el IMC, con un efecto potencialmente mayor cuando se consumían diversas especies en el mismo suplemento, los sujetos padecían sobrepeso o la duración de la intervención era menor a 8 semanas (Zhang, Wu, & Fei, 2016). Sin embargo, el metaanálisis y revisión sistemática de la evidencia publicado por Park & Bae (2015) indicó que la administración dietética de probióticos no es efectiva para disminuir el peso corporal y el IMC. No obstante, este metaanálisis tiene una capacidad limitada para evaluar definitivamente el efecto de los probióticos en la pérdida de peso debido a que las duraciones del tratamiento, las dosis y el tipo de alimentación variaron entre los estudios. Dos de los anteriores metaanálisis coincidieron en que se necesita más investigación con ECCA metodológicamente más rigurosos para evaluar adecuadamente el impacto de este tipo de ingrediente en la pérdida de peso (Borgeraas et al., 2018; Park & Bae, 2015).

Tabla 8. Principales resultados de los ensayos clínicos de los probióticos

(Primer autor, año)	Dosis diaria y forma de administración	Número de participantes (probióticos/ placebo)	Edad (años)	Peso corporal inicial	Duración del tratamiento	Resultados principales (probióticos vs. placebo)
(Rabiei, 2018)	2 cápsulas al día (1 después del desayuno y otra después de la cena), cada una de 250 mg (<i>Lactobacillus casei</i> , <i>Lactobacillus rhamnosus</i> , <i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Bifidobacterium breve</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Bifidobacterium longum</i> , <i>Lactobacillus bulgaricus</i>)	20/20	25 a 70	81.3 ± 3 kg / 84 ± 3 kg	12 semanas	Peso corporal (-3.5 ± 0.4 vs. -1.8 ± 0.3 kg)
(M. Kim, 2017)	2 g de polvo prebiótico (<i>Lactobacillus curvatus</i> y <i>Lactobacillus plantarum</i>) 2 veces al día (1 después del desayuno y otro después de la cena)	32/34	20 a 65	71.9 ± 1.43 kg / 73.2 ± 1.72 kg	12 semanas	Peso corporal (-0.60 ± 0.30 vs. +0.46 ± 0.24 kg)* Grasa corporal (-0.67 ± 0.27 vs. +0.12 ± 0.20)* IMC (-0.23 ± 0.11 vs. +0.15 ± 0.09 kg/m ²)*
(Ahmadi, 2017)	----	30/30	18 a 40	64.9 ± 10.4 kg / 69.1 ± 10.7 kg	12 semanas	Peso corporal (-0.5 ± 0.4 vs. +0.1 ± 1 kg)* IMC (-0.2 ± 0.2 vs. +0.03 ± 0.4 kg/m ²)*
(Stenman, 2016)	10 ¹⁰ UFC/día de <i>Bifidobacterium animalis ssp. Lactis</i> 420 en 12 gramos de celulosa cristalina, empacado en sachets	25/36	18 a 65	88.9 ± 10.3 kg / 88.7 ± 12.5 kg	6 meses	Peso corporal (+0.4 ± 3.1 vs. +1.0 ± 2.8 %) Grasa corporal (+1.3 ± 6.9 vs. +2.5 ± 5.4 %) Circunferencia de cintura (+0.2 ± 5.2 vs. +0.6 ± 5.0 %)
(Higashikawa, 2016)	10 ml/día de polvo probiótico (10 ¹¹ UCF de <i>Pediococcus pentosaceus</i> LP28)	21/20	20 a 70	69.6 ± 9.0 kg / 69.2 ± 9.0 kg	12 semanas	IMC (+0.07 ± 0.10 vs. +0.40 ± 0.15 kg/m ²) Grasa corporal (-0.30 ± 0.22 vs. +0.40 ± 0.23 kg)
(Madjid, 2016)	200 g de Yogurt probiótico, 2 veces al día durante las comidas principales, con un contenido mínimo total de 10 ⁷ UFC de <i>Lactobacillus acidophilus</i> LA5 y <i>Bifidobacterium lactis</i> BB12	44/45	18 a 50	82.69 ± 9.87 kg / 82.45 ± 11.01	12 semanas	Peso corporal (-5.30 ± 1.20 vs. -5.03 ± 0.93 kg) Circunferencia de cintura (-5.10 ± 1.49 vs. -4.80 ± 1.17 cm)

(Primer autor, año)	Dosis diaria y forma de administración	Número de participantes (probióticos/ placebo)	Edad (años)	Peso corporal inicial	Duración del tratamiento	Resultados principales (probióticos vs. placebo)
(Minami, 2015)	3 cápsulas de polvo probiótico liofilizado/día, con una dosis total de 5×10^{10} UFC de <i>Bifidobacterium breve</i> B-3 por día.	19/25	40 a 69	68.9 ± 2.7 kg / 71.2 ± 2.3 kg	12 semanas	Peso corporal (+0.2 vs. -0.4 kg) IMC (+0.1 vs. +0.1 kg/m ²) Grasa corporal (-0.7 vs. -0.1 kg)*
(Hariri, 2015)	200 ml/día de bebida de soya (enriquecida con <i>Lactobacillus planetarium</i>)	20/20	35 a 68	70.84 ± 2.41 kg / 71.61 ± 2.55 kg	8 semanas	Peso corporal (-0.44 vs. -0.4 kg) IMC (-0.03 vs. -0.25 kg/m ²)
(Sanchez, 2014)	2 cápsulas / día, cada una con un contenido de 10 mg de <i>Lactobacillus rhamnosus</i>	45/48	18 a 55	95.1 ± 13.9 kg / 94.0 ± 14.9 kg	24 semanas	Peso corporal (-5.3 \pm 4.6 vs. -3.9 \pm 4.3 kg) Grasa corporal (-4.59 \pm 3.8 vs. -3.1 \pm 3.98 kg)

Nota. *p<0.05, \pm (desviación estándar)

m) Quitosano

En la revisión se identificaron tres ECCA que poseían los criterios de inclusión tabla 9. Lütjohann et al. (2018) en su ECCA y doble ciego con 116 pacientes obesos evaluaron los efectos de la suplementación de 3200 mg/día de quitosano sobre marcadores séricos bioquímicos durante 12 semanas, encontrando que no hay relación estadísticamente significativa entre el consumo del suplemento y reducción en el peso corporal e IMC. Santos, Lázaro, & Cuñé (2017) realizaron otro ECCA doble ciego en 56 sujetos con obesidad y sobrepeso; tras comparar el grupo suplementado con el control se encontró que la ingesta de 3 g de quitosano/día está asociado de forma significativa ($p < 0.05$) con la reducción en el peso corporal, e IMC, pero no en el porcentaje de grasa y circunferencia de cintura. Por último, otro ECCA realizado en 86 sujetos con exceso de peso evaluó los efectos de 2500 mg/día de quitosano sobre la reducción de peso, evidenciando que este suplemento era estadísticamente muy superior al placebo ($p < 0.0001$) en la reducción del peso corporal, IMC, porcentaje de grasa y circunferencia de cintura (Trivedi et al., 2016). En esta última investigación, seis sujetos de grupo intervención reportaron resfriado común, hipertrigliceridemia, dolor en el cuerpo, hipertensión y constipación.

En 2008, Jull, Ni Mhurchu, Bennett, Dunshea-Mooij, & Rodger (2008) publicaron un metaanálisis sobre el efecto que tenía la suplementación de quitosano sobre diversos indicadores antropométricos, para esto se incluyeron 15 ECCA desde 1995 hasta 2006, en donde se concluyó que la administración de quitosano tuvo resultados estadísticamente significativos cuando era comparado con el placebo. Sin embargo, estos resultados podrían estar afectados por la poca calidad de los ensayos clínicos y es necesario llevar a cabo ECCA mejor diseñados.

Tabla 9. Principales resultados de los ensayos clínicos del quitosano

(Primer autor, año)	Dosis diaria y forma de administración	Número de participantes (quitosano / placebo)	Edad (años)	Peso corporal inicial (quitosano / placebo)	Duración del tratamiento	Resultados principales (quitosano vs. placebo)
(Lütjohann, 2018)	3200 mg de quitosano/día, dividido en 8 pastillas, consumidas en las 2 principales comidas del día.	61/55	18 a 65	95.7 ± 11.6 kg / 93.3 ± 13.8	12 semanas	Peso corporal (-3.51 ± 3.64 vs. -3.35 ± 2.51 kg) IMC (-0.95 ± 1.73 vs. -1.08 ± 0.89 kg/m ²)
(Santas, 2017)	3 g de quitosano/día, dividido en 3 cápsulas de 1 g, consumidas en las principales comidas del día.	25/31	18 a 65		12 semanas	Peso corporal (-0.8 ± 0.7 vs. +1.0 ± 0.3 kg)* IMC (-0.2 ± 0.1 vs. +0.4 ± 0.1 kg/m ²)* Circunferencia de cintura (-1.5 ± 0.6 vs. -0.1 ± 0.4 cm)* Grasa corporal (-0.7 ± 0.3 vs. 0.0 ± 0.2 %)
(Trivedi, 2016)	Cápsulas de 500 mg de quitosano, 5 veces al día	56/30	18 a 65	80.13 ± 11.47 kg / 80.54 ± 12.68 kg	90 días	Peso corporal (3.10 ± 1.95 vs. -0.31 ± 1.30 kg)* IMC (-1.20 ± 0.76 vs. -0.11 ± 0.59 kg/m ²)* Grasa corporal (-0.98 ± 1.27 vs. -0.05 ± 0.98 %)* Circunferencia de cintura (-1.97 ± 2.20 vs. -0.90 ± 1.47 cm)*

Nota. *p<0.05, ± (Desviación estándar).

n) Té verde

Se identificaron ocho ECCA que coincidían con los criterios de inclusión planteados tabla 10, de los cuales 3 estudios se realizaron en mujeres con sobrepeso u obesidad con edades alrededor de la menopausia (Dostal, Arikawa, Espejo, & Kurzer, 2016; Dostal et al., 2015; Mielgo et al., 2014). Uno se realizó en pacientes diagnosticados con diabetes tipo 2 (Liu et al., 2014), de los cuales ninguno mostró diferencia significativa entre el consumo de 300 a 1344 mg de extracto de catequinas descafeinadas provenientes del té verde en cambios en los indicadores antropométricos relacionados con el exceso de peso. De igual manera, otro estudio llevado a cabo con extracto de catequinas descafeinadas provenientes del té verde (1344 mg de catequinas/día) en mujeres con sobrepeso y entre los 20 y los 60 años, evidenció cambios no significativos en el peso corporal, IMC y la circunferencia de cintura en la comparación de los grupos (Chen, Liu, Chiu, & Hsu, 2015). Por otro lado, el resto de las investigaciones incluyeron extracto de té verde con presencia de cafeína (Bajerska, Mildner-Szkudlarz, & Walkowiak, 2015; Gahreman,

Heydari, Boutcher, Freund, & Boutcher, 2016; Janssens et al., 2016), presentando resultados no significativos una vez comparados con los grupos control. Sin embargo, Bajerska et al. (2015) encontraron que el consumo de té verde ayuda a mantener la circunferencia de cintura después de una fase de pérdida de peso.

Anteriores revisiones llevadas a cabo para evaluar la eficacia del té verde como suplemento nutricional para perder peso. Lee, Lee, Han, & Choi (2019) evaluaron resultados de 332 mujeres no diabéticas con sobrepeso provenientes de seis ECCA, al igual que nuestra revisión sistemática, no se observó ninguna asociación entre el consumo de productos derivados del té verde y la pérdida de peso descrita como reducción del peso corporal, IMC, circunferencia de cintura, porcentaje de masa grasa o relación cintura-cadera. Por contraste, Golzarand, Toolabi, & Aghasi (2018) tomaron una muestra más grande de 20 ECCA, pero menos específica, en la cual evidenciaron que el consumo de té verde y su extracto reducían significativamente el peso corporal, el IMC y la circunferencia de cintura, sin embargo, no cambia el porcentaje de grasa corporal con respecto a los datos base de los participantes. Otra revisión más reciente apoya esta hipótesis frente al efecto de este suplemento en la reducción de peso, agregando una relación entre el consumo de té verde y la mejoría de la relación cintura-cadera (Li et al., 2019).

Tabla 10. Principales resultados de los ensayos clínicos del té verde

(Primer autor, año)	Dosis diaria y forma de administración	Número de participantes (té verde / placebo)	Edad	Peso corporal inicial (té verde / placebo)	Duración del tratamiento	Resultados principales (té verde vs. placebo)
(Dostal, 2016)	4 cápsulas diarias de extracto de té verde, con un contenido de 328 mg de catequinas en cada cápsula	61/60	50 a 70	74.9 ± 1.12 kg / 74.1 ± 1.25 kg	12 meses	IMC (-0.13 ± 0.11 vs. -0.05 ± 0.11 kg/m ²) Grasa corporal (-0.15 ± 0.17 vs. -0.15 ± 0.16 %)
(Gahreman, 2016)	3 cápsulas al día, cada una en las comidas principales, con un contenido por unidad de 250 mg de té verde, 187.5 mg de polifenoles y 20 mg de cafeína.	12/12	26.1 ± 0.7	85.83 ± 1.95 kg / 91.19 ± 4.03 kg	12 semanas	Peso corporal (-0.11 vs. +0.68 kg) IMC (-0.03 vs. +0.2 kg/m ²) Circunferencia de cintura (-0.02 vs. +0.99 cm) Grasa corporal (-0.55 vs. -0.02 kg)
(Janssens, 2016)	Cápsulas con un contenido de >0.06 g de pigalocatequina-3-galato y 0.03-0.05 g de cafeína, al día, repartidas en 9 dosis, 3 entre el desayuno y el almuerzo, 3 entre el almuerzo y la cena, y 3 más, a partir de dos horas después de la cena.	30/28	18 a 50	66.8 ± 14.1 kg / 67.5 ± 14.0 kg	12 semanas	Peso corporal (-0.1 vs. +0.3 kg) IMC (sin cambios vs. +0.1 kg/m ²) Grasa corporal (sin cambios vs. +0.2%)

(Primer autor, año)	Dosis diaria y forma de administración	Número de participantes (té verde / placebo)	Edad	Peso corporal inicial (té verde / placebo)	Duración del tratamiento	Resultados principales (té verde vs. placebo)
(Chen, 2015)	Cápsulas de extracto de té verde descafeinado con un contenido de 856.8 mg de epigallocatequina-3-galato, 3 veces al día, 30 minutos después de las comidas	39/38	20 a 60	76.8 ± 11.3 kg / 75.8 ± 10.6 kg	12 semanas	Peso corporal (-1.1 vs. -2 kg) IMC (-0.4 vs. -0.9 kg/m ²) Circunferencia de cintura (-2.3 vs. -4.2 cm)
(Dostal, 2015)	4 cápsulas diarias de extracto de té verde, con un contenido de 328 mg de catequinas en cada cápsula	117/120	50 a 70	60.9 ± 0.45 kg / 60.6 ± 0.47 kg	12 meses	Peso corporal (-0.28 ± 2.2 vs. -0.14 ± 3.2 kg) IMC (-0.1 ± 0.8 vs. -0.05 ± 1.2 kg/m ²) Circunferencia de cintura (+1.45 ± 0.5 vs. +1.29 ± 0.5 cm)
(Bajerska, 2015)	Pan de centeno enriquecido con extracto de té verde al 1.1%. Hombre: 360 g y mujeres: 280 g.	23/21	49 a 65	99.7 ± 23.8 kg / 100.4 ± 19.6	12 semanas	Peso corporal (-6.7 vs. -5.8 kg) Grasa corporal (-4.4 vs. -3.7 kg) Circunferencia de cintura (-7.2 vs. -6.8 kg)
(Liu, 2014)	500 mg de extracto de té verde descafeinado, 3 veces al día, 30 minutos después de las comidas	39/38	20 a 65	66.4 ± 13.2 kg / 68.8 ± 13.6	16 semanas	Peso corporal (-0.7 ± 2.2 vs. -0.2 ± 3.5 kg) IMC (-0.2 ± 0.6 vs. -0.1 ± 0.9 kg/m ²) Circunferencia de cintura (+0.7 ± 4.2 vs. -0.3 ± 4.7 cm)
(Mielgo, 2014)	Cápsulas de 300 mg de epigallocatequina-3-galato	43/40	19 a 49	88.7 ± 9.5 kg / 89.2 ± 11.1 kg	12 semanas	Peso corporal (-7.6 vs. -7.7 kg) IMC (-3 vs. -3 kg/m ²) Grasa corporal (-4.9 vs. -4.9 kg) Circunferencia de cintura (-5 vs. -4 cm)

Nota. *p<0.05, ± (Desviación estándar).

o) Vitamina D

Tras el rastreo bibliográfico se identificaron ocho ECCA que coincidían con los criterios de inclusión de la presente revisión con resultados muy heterogéneos tabla 11. De los ocho ECCA, seis fueron realización con población en estado de obesidad; entre estos, Cefalo et al. (2018) y Mai et al. (2017) no evidenciaron que los cambios antropométricos entre los grupos suplementados con Vitamina D y los control fueran estadísticamente significativos en dosis de 25 000 UI/semana durante 12 semanas y 600 000 UI/única dosis durante 4 semanas respectivamente. En contraste,

Khosravi, Kafeshani, Tavasoli, Zadeh, & Entezari (2018) y Roosta et al. (2018) sí describieron una reducción estadísticamente significativa en el peso corporal, IMC y circunferencia de cintura como efecto de la suplementación de vitamina D cuando se comparó con el placebo en 53 pacientes obesos administrando 50 000 UI/semana de vitamina en el transcurso de 6 semanas y en 66 pacientes diagnosticados con obesidad y sobrepeso suplementados con 4 dosis de 50 000 UI durante 12 semanas, respectivamente. Por otro lado, en el mismo tipo de población, Lotfi-Dizaji et al. (2019) descubrieron esta relación significativa en el peso corporal y grasa corporal, pero no en el IMC. Sin embargo, Subih et al. (2018) no encontraron estos mismos resultados en el peso corporal y grasa corporal, pero sí en la circunferencia de cintura.

Por otro lado, dos ECCA con sujetos no obesos se incluyeron. Mason et al. (2016) evaluaron la suplementación de 2000 UI/día durante 12 meses en 218 mujeres posmenopáusicas y Niroomand, Fotouhi, Irannejad, & Hosseinpanah (2018) describieron los efectos de la administración de vitamina D en dos fases (3 meses con 50000 UI/semanas y 3 meses con 50000 UI/mes) durante 6 meses en 83 pacientes diagnosticados con prediabetes, ambos concluyendo que la suplementación de vitamina D no tiene efectos significativos sobre los indicadores antropométricos cuando se comparaba con el placebo.

Una reciente revisión sistemática de la evidencia y metaanálisis analizó once ECCA donde se comparaban los resultados en indicadores antropométricos tras la suplementación con vitamina D. Tras el modelado estadístico se concluyó que, a pesar de que se necesitan más estudios para confirmar estos resultados, la suplementación con vitamina D tiene potencial como una opción terapéutica en los programas de pérdida de peso (Perna, 2019). La heterogeneidad de los resultados a los que han llegado con los ensayos clínicos y el anterior metaanálisis hace que no se tenga el grado de consenso científico suficiente para instaurar a la suplementación de vitamina D como línea terapéutica para el tratamiento de la obesidad y sobrepeso. Sin embargo, los resultados son prometedores, la ausencia de eventos adversos y la seguridad relativa de este ingrediente a dosis normales, lo establecen como un tópico de alto interés.

Tabla 11. Principales resultados de los ensayos clínicos de la Vitamina D

Primer autor	Dosis y forma de	Número de participantes (vitamina D / placebo)	Edad (años)	Peso corporal inicial (vitamina D / placebo)	Duración del tratamiento	Resultados principales (vitamina D vs. placebo)
(Lotfi, 2019)	Perlas de 50000 UI de vitamina D, una vez a la semana	22/22	18 a 59	99.60 ± 13.95 kg / 99.65 ± 14.15 kg	12 semanas	Peso corporal (-6.98 vs. -4.80 kg)* IMC (-2.40 vs. -1.90 kg/m ²) Grasa corporal (-4.63 vs. -3.31 %)*
(Khosravi, 2018)	Perlas de 50000 UI de vitamina D, una vez a la semana	26/27	20 a 40	73.2 ± 71.6 kg / 70.3 ± 9 kg	6 semanas	Peso corporal (-1.6 kg vs. sin cambios)* IMC (-0.8 kg/m ² vs. sin cambios)* Circunferencia de cintura (-2.4 vs. +0.3 cm)*

Primer autor	Dosis y forma de	Número de participantes (vitamina D / placebo)	Edad (años)	Peso corporal inicial (vitamina D / placebo)	Duración del tratamiento	Resultados principales (vitamina D vs. placebo)
(Niroo- mand, 2018)	Perlas de 50000 UI de vitamina D semanalmente durante 3 meses y una perla cada mes durante los siguientes 3 meses	43/40	18 a 80	80 ± 16 kg / 83 ± 14 kg	6 meses	Peso corporal (-3 vs. -1 kg) IMC (-2 vs. -1 kg/m ²) Circunferencia de cintura (-4 vs. -4 cm)
(Roosta, 2018)	Perlas de 50000 UI cada 25 días/ 4 dosis	34/32	18 a 70	81.14 ± 9.14 kg / 78.05 ± 10.35 kg	12 semanas	Peso corporal (-3.13 ± 1.62) vs. -0.14 ± 1.06 kg)* IMC (-1.23 ± 0.65 vs. -0.05 ± 0.41 kg/m ²)* Circunferencia de cintura (-1.91 ± 1.70 vs. +0.05 ± 1.04 cm)*
(Cefalo, 2018)	Solución oral de 25000 UI de vitamina D, una vez a la semana	9/9	18 a 70	100 ± 15.8 kg / 111 ± 12.2 kg	12 semanas	Peso corporal e IMC (-7.5 vs. -10%)
(Subih, 2018)	50000 UI de vitamina D, una vez a la semana	10/13	18 a 48	96.98 ± 11.2 kg / 100.50 ± 15.1 kg	12 semanas	Peso corporal (-9.22 vs. -10.1 kg) IMC (-3.58 ± 1.7 vs. -3.36 ± 1.1 kg/m ²) Circunferencia de cintura (-12.07 ± 6.4 vs. -6.7 ± 5.6 cm)* Grasa corporal (-2.63 ± 2.0 vs. -2.24 ± 1.9 %)
(Mai, 2017)	Solución aceitosa de 600000 UI de vitamina D, dosis única al inicio del estudio	12/12		115.9 ± 4.4 kg / 106.4 ± 4.3 kg	4 semanas	Peso corporal (-5.8 ± 0.4 vs. -5.5 ± 0.5 %) IMC (-6.0 ± 0.7 vs. -5.5 ± 0.5 %)
(Mason, 2016)	Cápsulas de 2000 UI de vitamina, diariamente	109/109	50 a 70	87.4 ± 15.5 kg / 88.1 ± 17.1 kg	12 meses	Peso corporal (-7.1 vs. -7.4 kg) IMC (-2.8 vs. -2.8 kg/m ²) Grasa corporal (-4.1 vs. -3.5 %)

Nota. *p<0.05, ± (Desviación estándar).

Riesgo de sesgos

El análisis de sesgo de cada uno de los estudios incluidos en la presente revisión sistemática se puede observar en la tabla 12.

Tabla 12. Evaluación del riesgo de sesgos de los ECCA incluidos

Compuestos bioactivos	(Primer autor, año)	Generación de secuencias aleatorias	Ocultamiento de asignación	Cegado de participantes y personal	Cegado de evaluación de resultados	Datos incompletos por abandono	Información selectiva	Otros sesgos
Ácido linoleico conjugado	(Shahmirzadi, 2019)	+	+	+	-	+	+	+
	(Ebrahimi-Mameghani, 2016)	?	?	-	-	+	-	?
	(Ribeiro, 2016)	+	+	+	?	?	+	+
	(Madry, 2016)	+	+	+	+	+	+	+
Betaglucanos	(Velikonja, 2019)	?	+	?	?	?	+	+
	(Aoe, 2017)	?	+	+	+	+	+	+
	(Mosikanon, 2016)	+	+	+	?	+	-	+
Carnitina	(Mohammadi, 2018)	?	+	+	+	+	+	+
	(Jamilian, 2017)	+	+	+	+	+	+	+
	(Samimi, 2016)	+	+	+	+	+	+	?
Coleus Forskohlii	(Loftus, 2015)	?	+	+	+	+	+	+
Cromo	(M. Jamilian, 2018)	+	+	+	+	+	+	+
	(Yanni, 2018)	?	?	-	-	+	-	+
	(Nussbaumerova, 2018)	+	+	+	+	?	+	+
	(Ashoush, 2016)	+	+	+	-	+	-	+
	(Guimarães, 2016)	?	+	+	+	+	+	+
	(M. Jamilian, 2015)	+	+	+	+	+	+	+

Compuestos bioactivos	(Primer autor, año)	Generación de secuencias aleatorias	Ocultamiento de asignación	Cegado de participantes y personal	Cegado de evaluación de resultados	Datos incompletos por abandono	Información selectiva	Otros sesgos
Extracto de granos de café verde	(Roshan, 2018)	+	+	+	+	+	+	+
	(Shahmohammadi, 2017)	+	+	?	?	+	-	+
Frijoles blancos (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	(Grube, 2014)	?	?	?	?	+	+	+
Garcinia cambogia (ácido hidroxicitrico)	(Vasques, 2014)	?	?	?	?	-	+	+
Glucomanano	(Cheang, 2017)	?	?	?	?	+	+	+
Mango africano (<i>Irvingia Gabonensis</i>)	(Méendez, 2018)	+	+	+	+	+	-	+
	(Azantsa, 2015)	?	?	+	+	+	+	+
Naranja amarga (<i>Citrus aurantium</i>)	(Ratamess, 2015)	?	?	?	?	+	+	+
Probióticos	(Rabiei, 2018)	?	?	+	+	+	+	+
	(M. Kim, 2017)	+	+	+	+	-	+	+
	(Ahmadi, 2017)	+	+	+	+	+	+	+
	(Stenman, 2016)	+	+	+	+	+	+	+
	(Higashikawa, 2016)	+	+	+	+	+	+	+
	(Madjd, 2016)	+	+	?	-	+	+	+
	(Minami, 2015)	+	?	?	?	+	+	+
	(Hariri, 2015)	?	+	+	+	+	-	?
	(Sanchez, 2014)	+	?	+	?	?	+	+

Compuestos bioactivos	(Primer autor, año)	Generación de secuencias aleatorias	Ocultamiento de asignación	Cegado de participantes y personal	Cegado de evaluación de resultados	Datos incompletos por abandono	Información selectiva	Otros sesgos
Quitosano	(Lütjohann, 2018)	+	+	+	+	+	-	+
	(Santas, 2017)	+	+	+	+	?	+	+
	(Trivedi, 2016)	+	+	-	-	?	+	?
Té verde	(Dostal, 2016)	+	+	+	+	?	+	?
	(Gahreman, 2016)	?	?	-	-	+	-	?
	(Janssens, 2016)	?	?	?	-	?	-	+
	(Chen, 2015)	+	?	?	?	+	-	+
	(Dostal, 2015)	+	+	+	+	+	+	+
	(Bajerska, 2015)	?	?	+	?	+	+	+
	(Liu, 2014)	?	?	?	?	?	+	+
	(Mielgo, 2014)	+	+	+	+	+	+	+
Vitamina D	(Lotfi, 2019)	+	?	+	?	+	+	+
	(Khosravi, 2018)	?	?	+	?	-	+	+
	(Niroomand, 2018)	+	+	+	+	?	?	+
	(Roosta, 2018)	?	+	+	+	+	+	?
	(Cefalo, 2018)	+	+	+	+	?	-	+
	(Subih, 2018)	?	?	-	-	?	+	+

Compuestos bioactivos	(Primer autor, año)	Generación de secuencias aleatorias	Ocultamiento de asignación	Cegado de participantes y personal	Cegado de evaluación de resultados	Datos incompletos por abandono	Información selectiva	Otros sesgos
	(Mai, 2017)	?	?	?	-	+	+	+
	(Mason, 2016)	?	?	?	?	-	+	+

Nota. Elaboración propia.

Conclusiones

De acuerdo con los resultados de la revisión sistemática y evaluación realizada en términos de riesgo de sesgos y efectividad, la mayoría de estos compuestos bioactivos no parecen tener la evidencia suficiente en términos de cantidad, actualidad y calidad que justifique su uso como opción terapéutica segura y eficaz para el control o pérdida de peso. No obstante, algunos compuestos, como la vitamina D y los probióticos, parecen ser prometedores como complemento dentro de un programa de pérdida de peso. Aunque sus efectos son pequeños y para lograr mejoras significativas sobre los indicadores antropométricos relacionados a la obesidad se debe ponerse el foco en el cambio de los estilos de vida.

Referencias

- Ahmadi, S., Jamilian, M., Karamali, M., Tajabadi-Ebrahimi, M., Jafari, P., Taghizadeh, M., Asemi, Z. (2017). Probiotic supplementation and the effects on weight loss, glycaemia and lipid profiles in women with polycystic ovary syndrome: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Human Fertility*, 20(4), 254–261. <https://doi.org/10.1080/14647273.2017.1283446>
- Aoe, S., Ichinose, Y., Kohyama, N., Komae, K., Takahashi, A., Abe, D., Yoshioka, T., & Yanagisawa, T. (2017). Effects of high β -glucan barley on visceral fat obesity in Japanese individuals: A randomized, double-blind study. *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif)*, 42, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2017.05.002>
- Ashoush, S., Abou-Gamrah, A., Bayoumy, H., & Othman, N. (2016). Chromium picolinate reduces insulin resistance in polycystic ovary syndrome: Randomized controlled trial. *Journal of Obstetrics and Gynaecology Research*, 42(3), 279–285. <https://doi.org/10.1111/jog.12907>

- Askarpour, M., Hadi, A., Miraghajani, M., Symonds, M. E., Sheikhi, A., & Ghaedi, E. (2020). Beneficial effects of L-carnitine supplementation for weight management in overweight and obese adults: An updated systematic review and dose-response meta-analysis of randomized controlled trials. *Pharmacological Research*, 151(October 2019), 104554. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2019.104554>
- Azantsa, B., Kuate, D., Chakokam, R., Paka, G., Bartholomew, B., & Nash, R. (2015). The effect of extracts of *Irvingia gabonensis* (IGOB131) and *Dichrostachys glomerata* (Dyglomera (TM)) on body weight and lipid parameters of healthy overweight participants. *Functional Foods in Health and Disease*, 5(6), 200–208. Retrieved from http://apps.webofknowledge.com.myaccess.library.utoronto.ca/full_record.do?product=WOS&search_mode=General-Search&qid=1&SID=2AdI8M8xb8wykIEB66R&page=1&doc=5
- Bajerska, J., Mildner-Szkudlarz, S., & Walkowiak, J. (2015). Effects of Rye Bread Enriched with Green Tea Extract on Weight Maintenance and the Characteristics of Metabolic Syndrome Following Weight Loss: A Pilot Study. *Journal of Medicinal Food*, 18(6), 698–705. <https://doi.org/10.1089/jmf.2014.0032>
- Barrea, L., Altieri, B., Polese, B., De Conno, B., Muscogiuri, G., Colao, A., & Savastano, S. (2019). Nutritionist and obesity: brief overview on efficacy, safety, and drug interactions of the main weight-loss dietary supplements. *International Journal of Obesity Supplements*, 9(1), 32–49. <https://doi.org/10.1038/s41367-019-0007-3>
- Borgeraas, H., Johnson, L. K., Skattebu, J., Hertel, J. K., & Hjelmæsæth, J. (2018). Effects of probiotics on body weight, body mass index, fat mass and fat percentage in subjects with overweight or obesity: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Obesity Reviews*, 19(2), 219–232. <https://doi.org/10.1111/obr.12626>
- Cefalo, C. M., Conte, C., Pio Sorice, G., Moffa, S., Sun, V. A., Cinti, F., ... Giaccari, A. (2018). Effect of Vitamin D Supplementation on Obesity-Induced Insulin Resistance: A Double-Blind, Randomized, Placebo-Controlled Trial. *Obesity*, 26, 651–657. <https://doi.org/10.1002/oby.22132>
- Cheang, K.-U., Chen, C.-M., Oliver Chen, C.-Y., Liang, F.-Y., Shih, C.-K., & Li, S.-C. (2017). Effects of Glucomannan Noodle on Diabetes Risk Factors in Patients with Metabolic Syndrome: A Double-Blinded, Randomized Crossover Controlled Trial. *Journal of Food and Nutrition Research*, 5(8), 622–628. <https://doi.org/10.12691/jfnr-5-8-13>
- Chen, I. J., Liu, C. Y., Chiu, J. P., & Hsu, C. H. (2015). Therapeutic effect of high-dose green tea extract on weight reduction: A randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*, 35(3), 592–599. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2015.05.003>
- Corey, R., Werner, K. T., Singer, A., Moss, A., Smith, M., Noelting, J., & Rakela, J. (2016). Acute liver failure associated with *Garcinia cambogia* use Acute liver failure associated with *Garcinia cambogia* use CASE REPORT, 15(1), 123–126. <https://doi.org/10.5604/16652681.1184287>
- Dorantes, A. Y., Martínez, C., & Ulloa, A. (2016). *Endocrinología clínica de Dorantes y Martínez, quinta edición* (5°). Editorial El Manual Moderno S.A. de C.V.

- Dostal, A. M., Arikawa, A., Espejo, L., & Kurzer, M. S. (2016). Long-Term Supplementation of Green Tea Extract Does Not Modify Adiposity or Bone Mineral Density in a Randomized Trial of Overweight and Obese Postmenopausal Women. *The Journal of Nutrition*, 146(2), 256–264. <https://doi.org/10.3945/jn.115.219238>
- Dostal, A. M., Samavat, H., Espejo, L., Arikawa, A. Y., Stendell-Hollis, N. R., & Kurzer, M. S. (2016). Green Tea Extract and Catechol-O-Methyltransferase Genotype Modify Fasting Serum Insulin and Plasma Adiponectin Concentrations in a Randomized Controlled Trial of Overweight and Obese Postmenopausal Women. *The Journal of nutrition*, 146(1), 38–45. <https://doi.org/10.3945/jn.115.222414>
- Ebrahimi-Mameghani, M., Jamali, H., Mahdavi, R., Kakaei, F., Abedi, R., & Kabir-Mamdooh, B. (2016). Conjugated linoleic acid improves glycemic response, lipid profile, and oxidative stress in obese patients with non-alcoholic fatty liver disease: A randomized controlled clinical trial. *Croatian Medical Journal*, 57(4), 331–342. <https://doi.org/10.3325/cmj.2016.57.331>
- European Food Safety Authority (2019, 8 agosto). *Food supplements*. <https://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/food-supplements>
- Fazelian, S., Rouhani, M. H., Bank, S. S., & Amani, R. (2017). Chromium supplementation and polycystic ovary syndrome: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 42, 92–96. <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2017.04.008>
- Gahreman, D., Heydari, M., Boutcher, Y., Freund, J., & Boutcher, S. (2016). The Effect of Green Tea Ingestion and Interval Sprinting Exercise on the Body Composition of Overweight Males: A Randomized Trial. *Nutrients*, 8(8), 510. <https://doi.org/10.3390/nu8080510>
- Golzarand, M., Toolabi, K., & Aghasi, M. (2018). Effect of green tea, caffeine and capsaicin supplements on the anthropometric indices: A meta-analysis of randomized clinical trials. *Journal Of Functional Foods*, 46, 320-328. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.04.002>
- Gorji, Z., Varkaneh, H. K., Talaei, S., Nazary-Vannani, A., Clark, C. C. T., Fatahi, S., ... Zhang, Y. (2019). The effect of green-coffee extract supplementation on obesity: A systematic review and dose-response meta-analysis of randomized controlled trials. *Phytomedicine*, 63(1). <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2019.153018>
- Grube, B., Chong, W. F., Chong, P. W., & Riede, L. (2014). Weight reduction and maintenance with IQP-PV-101: A 12-week randomized controlled study with a 24-week open label period. *Obesity*, 22(3), 645–651. <https://doi.org/10.1002/oby.20577>
- Guimarães, M. M., Carvalho, A. C. M. S., & Silva, M. S. (2016). Effect of chromium supplementation on the glucose homeostasis and anthropometry of type 2 diabetic patients: Double blind, randomized clinical trial. Chromium, glucose homeostasis and anthropometry. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 36, 65–72. <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2016.04.002>
- Hariri, M., Salehi, R., Feizi, A., Mirlohi, M., Kamali, S., & Ghasvand, R. (2015). The effect of probiotic soy milk and soy milk on anthropometric measures and blood pressure in patients with type II diabetes mellitus: A randomized double-blind clinical trial. *ARYA Atherosclerosis*, 11(5).

- Hernandez, E. M. (2015). Specialty Oils: Functional and Nutraceutical Properties. Functional and Nutraceutical Properties. In *Functional Dietary Lipids: Food Formulation, Consumer Issues and Innovation for Health* (pp. 69–101). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-1-78242-247-1.00004-1>
- Higashikawa, F., Noda, M., Awaya, T., Danshiitsoodol, N., Matoba, Y., Kumagai, T., & Sugiyama, M. (2016). Antiobesity effect of *Pediococcus pentosaceus* LP28 on overweight subjects: A randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. *European Journal of Clinical Nutrition*, *70*(5), 582–587. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2016.17>
- Higgins, J. P. T., Altman, D. G., Gøtzsche, P. C., Jüni, P., Moher, D., Oxman, A. D., Sterne, J. A. C. (2011). The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ (Online)*, *343*(7829), 1–9. <https://doi.org/10.1136/bmj.d5928>
- Higgins, J., & Thomas, J. (2019). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*. The Cochrane Collaboration <https://doi.org/10.1002/9781119536604>
- Inayat, F., Majeed, C. N., Ali, N. S., Hayat, M., & Vasim, I. (2018). The risky side of weight-loss dietary supplements: disrupting arrhythmias causing sudden cardiac arrest. *BMJ Case Reports*, *11*(1), e227531. <https://doi.org/10.1136/bcr-2018-227531>
- Jamilian, H., Jamilian, M., Samimi, M., Afshar Ebrahimi, F., Rahimi, M., Bahmani, F., Asemi, Z. (2017). Oral carnitine supplementation influences mental health parameters and biomarkers of oxidative stress in women with polycystic ovary syndrome: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Gynecological Endocrinology*, *33*(6), 442–447. <https://doi.org/10.1080/09513590.2017.1290071>
- Jamilian, M., & Asemi, Z. (2015). Chromium supplementation and the effects on metabolic status in women with polycystic ovary syndrome: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Annals of Nutrition and Metabolism*, *67*(1), 42–48. <https://doi.org/10.1159/000438465>
- Jamilian, M., Zadeh Modarres, S., Amiri Siavashani, M., Karimi, M., Mafi, A., Ostadmohammadi, V., & Asemi, Z. (2018). The Influences of Chromium Supplementation on Glycemic Control, Markers of Cardio-Metabolic Risk, and Oxidative Stress in Infertile Polycystic ovary Syndrome Women Candidate for In vitro Fertilization: a Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Trial. *Biological Trace Element Research*, *185*(1), 48–55. <https://doi.org/10.1007/s12011-017-1236-3>
- Janssens, P. L. H. R., Penders, J., Hursel, R., Budding, A. E., Savelkoul, P. H. M., & Westerterp-Plantenga, M. S. (2016). Long-Term Green Tea Supplementation Does Not Change the Human Gut Microbiota. *PLoS ONE*, *11*(4), e0153134. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0153134>
- Jull, A. B., Ni Mhurchu, C., Bennett, D. A., Dunshea-Mooij, C. A. E., & Rodgers, A. (2008, July 16). Chitosan for overweight or obesity. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. John Wiley and Sons Ltd. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003892.pub3>
- Kazemipoor, M., Cordell, G. A., Sarker, R., Wan, C., Bt, J., Radzi, W. M., Kiat, P. E. (2015). Alternative Treatments for Weight Loss: Safety/Risks and Effectiveness of Anti-Obesity Medicinal Plants. *International Journal of Food Properties*, *18*(9), 1942–1963. <https://doi.org/10.1080/10942912.2014.933350>

- Khosravi, Z., Kafeshani, M., Tavasoli, P., Zadeh, A., & Entezari, M. (2018). Effect of Vitamin D supplementation on weight loss, glycemic indices, and lipid profile in obese and overweight women: A clinical trial study. *International Journal of Preventive Medicine*, 9(1), 63. https://doi.org/10.4103/ijpvm.IJPVM_329_15
- Kim, B., Lim, H. R., Lee, H., Lee, H., Kang, W., & Kim, E. (2016, August 1). The effects of conjugated linoleic acid (CLA) on metabolic syndrome patients: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Functional Foods* (25), 588–598. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2016.07.010>
- Kim, M., Kim, M., Kang, M., Yoo, H. J., Kim, M. S., Ahn, Y. T., Lee, J. H. (2017). Effects of weight loss using supplementation with: Lactobacillus strains on body fat and medium-chain acylcarnitines in overweight individuals. *Food and Function*, 8(1), 250–261. <https://doi.org/10.1039/c6fo00993j>
- Lee, W., Lee, D., Han, E., & Choi, J. (2019). Intake of green tea products and obesity in nondiabetic overweight and obese females: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Functional Foods*, 58(February), 330–337. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.05.010>
- Li, X., Wang, W., Hou, L., Wu, H., Wu, Y., Xu, R., Xiao, Y., & Wang, X. (2019). Does tea extract supplementation benefit metabolic syndrome and obesity? A systematic review and meta-analysis. *Clinical Nutrition*, 39(4), 1049–1058. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2019.05.019>
- Liu, C., Huang, C., Huang, L., Chen, I., Chiu, J., & Hsu, C. (2014). Effects of Green Tea Extract on Insulin Resistance and Glucagon-Like Peptide 1 in Patients with Type 2 Diabetes and Lipid Abnormalities: A Randomized, Double-Blinded, and Placebo-Controlled Trial. *PLoS ONE*, 9(3), e91163. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0091163>
- Loftus, H. L., Astell, K. J., Mathai, M. L., & Su, X. Q. (2015). Coleus forskohlii extract supplementation in conjunction with a hypocaloric diet reduces the risk factors of metabolic syndrome in overweight and obese subjects: A randomized controlled trial. *Nutrients*, 7(11), 9508–9522. <https://doi.org/10.3390/nu7115483>
- Lotfi-Dizaji, L., Mahboob, S., Aliashrafi, S., Vaghef-Mehrabany, E., Ebrahimi-Mameghani, M., & Morovati, A. (2019). Effect of vitamin D supplementation along with weight loss diet on meta-inflammation and fat mass in obese subjects with vitamin D deficiency: A double-blind placebo-controlled randomized clinical trial. *Clinical Endocrinology*, 90(1), 94–101. <https://doi.org/10.1111/cen.13861>
- Lunsford, K. E., Bodzin, A. S., Reino, D. C., Busuttill, R. W., Walter, J. C., & Wang, H. L. (2016). Dangerous dietary supplements: Garcinia cambogia-associated hepatic failure requiring transplantation. *World J Gastroenterol*, 22(45), 10071–10076. <https://doi.org/10.3748/wjg.v22.i45.10071>
- Lütjohann, D., Marinova, M., Wolter, K., Willinek, W., Bitterlich, N., Coenen, M., Stellaard, F. (2018). Influence of chitosan treatment on surrogate serum markers of cholesterol metabolism in obese subjects. *Nutrients*, 10(1), 1–16. <https://doi.org/10.3390/nu10010072>
- Madjd, A., Taylor, M. A., Neek, L. S., Delavari, A., Malekzadeh, R., MacDonald, I. A., & Farshchi, H. R. (2016). Effect of weekly physical activity frequency on weight loss in healthy overweight and obese women attending a weight loss program: A randomized controlled trial. *American Journal of Clinical Nutrition*, 104(5), 1202–1208. <https://doi.org/10.3945/ajcn.116.136408>

- Madry, E., Chudzicka-Strugala, I., Grabańska-Martyńska, K., Malikowska, K., Grebowiec, P., Lisowska, A., Walkowiak, J. (2016). Twelve weeks CLA supplementation decreases the hip circumference in overweight and obese women a double-blind, randomized, placebo-controlled trial. *Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria*, 15(1), 107–113. <https://doi.org/10.17306/J.AFS.2016.1.11>
- Mai, S., Walker, G., Vietti, R., Cattaldo, S., Mele, C., Priano, L., Mauro, A., Bona, G., Aimaretti, G., Scacchi, M., & Marzullo, P. (2017). Acute Vitamin D3 Supplementation in Severe Obesity: Evaluation of Multimeric Adiponectin. *Nutrients*, 9(5), 459. <https://doi.org/10.3390/nu9050459>
- Maleki, V., Izadi, A., Farsad-Naeimi, A., & Alizadeh, M. (2018, August 1). Chromium supplementation does not improve weight loss or metabolic and hormonal variables in patients with polycystic ovary syndrome: A systematic review. *Nutrition Research*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2018.04.003>
- Markovina, N., Banjari, I., Popovic, V. B., Kadic, A. J., & Puljak, L. (2019). Efficacy and safety of oral and inhalation commercial beta-glucan products: Systematic review of randomized controlled trials. *Clinical Nutrition*, 39(1), 40-48. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2019.01.003>
- Martínez-Abundis, E., Villar, M. M., Pérez-Rubio, K. G., Zuñiga, L. Y., Cortez-Navarrete, M., Ramírez-Rodríguez, A., & González-Ortiz, M. (2016). Novel nutraceutic therapies for the treatment of metabolic syndrome. *World Journal Of Diabetes*, 7(7), 142. <https://doi.org/10.4239/wjd.v7.i7.142>
- Mason, C., De Dieu Tapsoba, J., Duggan, C., Imayama, I., Wang, C.-Y., Korde, L., & Mctiernan, A. (2016). Effects of vitamin D 3 supplementation on lean mass, muscle strength and bone mineral density during weight loss: A double-blind randomized controlled trial HHS Public Access. *J Am Geriatr Soc*, 64(4), 769–778. <https://doi.org/10.1111/jgs.14049>
- Méndez, M., González, M., Martínez, E., Pérez, K. G., & Cortez, M. (2018). Effect of *Irvingia gabonensis* on Metabolic Syndrome, Insulin Sensitivity, and Insulin Secretion. *Journal of Medicinal Food*, 21(6), 568–574. <https://doi.org/10.1089/jmf.2017.0092>
- Mielgo, J., Barrenechea, L., Alcorta, P., Larrarte, E., Margareto, J., & Labayen, I. (2014). Effects of dietary supplementation with epigallocatechin-3-gallate on weight loss, energy homeostasis, cardiometabolic risk factors and liver function in obese women: Randomised, double-blind, placebo-controlled clinical trial. *British Journal of Nutrition*, 111(7), 1263–1271. <https://doi.org/10.1017/S0007114513003784>
- Minami, J. I., Kondo, S., Yanagisawa, N., Odamaki, T., Xiao, J. Z., Abe, F., Shimoda, T. (2015). Oral administration of *Bifidobacterium breve* B-3 modifies metabolic functions in adults with obese tendencies in a randomised controlled trial. *Journal of Nutritional Science*, 4, 1–7. <https://doi.org/10.1017/jns.2015.5>
- Mohammadi, H., Djalali, M., Daneshpazhooh, M., Honarvar, N. M., Chams-Davatchi, C., Sepandar, F., Javanbakht, M. H. (2018). Effects of L-carnitine supplementation on biomarkers of oxidative stress, antioxidant capacity and lipid profile, in patients with pemphigus vulgaris: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *European Journal of Clinical Nutrition*, 72(1), 99–104. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2017.131>

- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & Group, T. P. (2009). *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*: The PRISMA Statement, *PLoS Med* 6(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- Mosikanon, K., Arthan, D., Kettawan, A., Tungtrongchitr, R., & Prangthip, P. (2016). Yeast β -Glucan Modulates Inflammation and Waist Circumference in Overweight and Obese Subjects. *Journal Of Dietary Supplements*, 14(2), 173-185. <https://doi.org/10.1080/19390211.2016.1207005>
- NIH (2018). Dietary Supplements Marketed for Weight Loss, Bodybuilding, and Sexual Enhancement | NCCIH. Retrieved April 23, 2019, from <https://nccih.nih.gov/health/providers/digest/DietarySupplements-science#heading1>
- NIH (2019a). *Dietary Supplements for Weight Loss* — Health Professional Fact Sheet. Retrieved April 10, 2019, from <https://ods.od.nih.gov/factsheets/WeightLoss-HealthProfessional/>
- NIH (2019b). Suplementos dietéticos para adelgazar — Datos en español. Retrieved April 26, 2019, from <https://ods.od.nih.gov/factsheets/WeightLoss-DatosEnEspanol/>
- Niroomand, M., Fotouhi, A., Irannejad, N., & Hosseinpanah, F. (2018). Does high-dose vitamin D supplementation impact insulin resistance and risk of development of diabetes in patients with pre-diabetes? A double-blind randomized clinical trial. *Diabetes Research And Clinical Practice*, 148, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2018.12.008>
- Nussbaumerova, B., Rosolova, H., Krizek, M., Sefrna, F., Racek, J., Müller, L., & Sindberg, C. (2018). Chromium Supplementation Reduces Resting Heart Rate in Patients with Metabolic Syndrome and Impaired Glucose Tolerance. *Biological Trace Element Research*, 183(2), 192–199. <https://doi.org/10.1007/s12011-017-1128-6>
- OMS (2016). OMS | ¿Cuáles son las causas? WHO. Retrieved from https://www.who.int/dietphysicalactivity/childhood_why/es/
- OMS (2018). Obesity and overweight. Retrieved April 25, 2019, from <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- Onakpoya, I., Aldaas, S., Terry, R., & Ernst, E. (2011, July 28). The efficacy of *Phaseolus vulgaris* as a weight-loss supplement: A systematic review and meta-analysis of randomised clinical trials. *British Journal of Nutrition*, 106(2), 196–202.. <https://doi.org/10.1017/S0007114511001516>
- Onakpoya, I., Davies, L., Posadzki, P., & Ernst, E. (2013). The Efficacy of *Irvingia Gabonensis* Supplementation in the Management of Overweight and Obesity: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *Journal of Dietary Supplements*, 10(1), 29–38. <https://doi.org/10.3109/19390211.2012.760508>
- Onakpoya, I., Hung, S. K., Perry, R., Wider, B., & Ernst, E. (2011). The use of garcinia extract (hydroxycitric acid) as a weight loss supplement: A systematic review and meta-analysis of randomised clinical trials. *Journal of Obesity*, 2011. <https://doi.org/10.1155/2011/509038>
- Onakpoya, I., Posadzki, P., & Ernst, E. (2014). The Efficacy of Glucomannan Supplementation in Overweight and Obesity: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Clinical Trials. *Journal of the American College of Nutrition*, 33(1), 70–78. <https://doi.org/10.1080/07315724.2014.870013>

- OPS/OMS (2019). OPS/OMS | Prevención de la obesidad. Retrieved April 23, 2019, from https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=11506:obesity-prevention-home&Itemid=41655&lang=es
- Park, S., & Bae, J. H. (2015). Probiotics for weight loss: A systematic review and meta-analysis. *Nutrition Research, 35*(7), 566–575. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2015.05.008>
- Perna, S. (2019). Is Vitamin D Supplementation Useful for Weight Loss Programs? A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Medicina, 55*(7), 368. <https://doi.org/10.3390/medicina55070368>
- Pooyandjoo, M., Nouhi, M., Shab-Bidar, S., Djafarian, K., & Olyaeemanesh, A. (2016). The effect of (L-)carnitine on weight loss in adults: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Obesity Reviews, 17*(10), 970–976. <https://doi.org/10.1111/obr.12436>
- Rabiei, S., Hedayati, M., Rashidkhani, B., & Saadat, N. (2018). The Effects of Synbiotic Supplementation on Body Mass Index, Metabolic and Inflammatory Biomarkers, and Appetite in Patients with Metabolic Syndrome: A Triple-Blind Randomized Controlled Trial. *Journal of Dietary Supplements, 16*, 294–306. <https://doi.org/10.1080/19390211.2018.1455788>
- Rahmani, J., Miri, A., Černevičiūtė, R., Thompson, J., Nisa De Souza, N., Sultana, R., Hekmatdoost, A. (2019). Effects of cereal beta-glucan consumption on body weight, body mass index, waist circumference and total energy intake: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Complementary Therapies in Medicine, 43*, 1–318. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2019.01.018>
- Ratamess, N. A., Bush, J. A., Kang, J., Kraemer, W. J., Stohs, S. J., Nocera, V. G., Leise, M. D., Diamond, K. B., & Faigenbaum, A. D. (2015). The effects of supplementation with P-Synephrine alone and in combination with caffeine on resistance exercise performance. *Journal Of The International Society Of Sports Nutrition, 12*(1). <https://doi.org/10.1186/s12970-015-0096-5>
- Ribeiro, A. S., Pina, F. L. C., Doderio, S. R., Silva, D. R. P., Schoenfeld, B. J., Sugihara, P., Tirapegui, J. (2016). Effect of conjugated linoleic acid associated with aerobic exercise on body fat and lipid profile in obese women: A randomized, double-blinded, and placebo-controlled trial. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 26*(2), 135–144. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2015-0236>
- Ríos-Hoyo, A., & Gutiérrez-Salmeán, G. (2016). New Dietary Supplements for Obesity: What We Currently Know. *Current Obesity Reports, 5*(2), 262–270. <https://doi.org/10.1007/s13679-016-0214-y>
- Roosta, S., Kharadmand, M., Teymoori, F., Birjandi, M., Adine, A., & Falahi, E. (2018). Effect of vitamin D supplementation on anthropometric indices among overweight and obese women: A double blind randomized controlled clinical trial. *Diabetes & Metabolic Syndrome Clinical Research & Reviews, 12*(4), 537–541. <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2018.03.022>
- Roshan, H., Nikpayam, O., Sedaghat, M., & Sohrab, G. (2018). Effects of green coffee extract supplementation on anthropometric indices, glycaemic control, blood pressure, lipid profile, insulin resistance and appetite in patients with the metabolic syndrome: A randomised clinical trial. *British Journal of Nutrition, 119*(3), 250–258. <https://doi.org/10.1017/S0007114517003439>

- Samimi, M., Jamilian, M., Ebrahimi, F. A., Rahimi, M., Tajbakhsh, B., & Asemi, Z. (2016). Oral carnitine supplementation reduces body weight and insulin resistance in women with polycystic ovary syndrome: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Clinical Endocrinology*, *84*(6), 851–857. <https://doi.org/10.1111/cen.13003>
- Sanchez, M., Darimont, C., Drapeau, V., Emady-Azar, S., Lepage, M., Rezzonico, E., Tremblay, A. (2014). Effect of Lactobacillus rhamnosus CGMCC1.3724 supplementation on weight loss and maintenance in obese men and women. *British Journal of Nutrition*, *111*(8), 1507–1519. <https://doi.org/10.1017/S0007114513003875>
- Santas, J., Lázaro, E., & Cuñé, J. (2017). Effect of a polysaccharide-rich hydrolysate from *Saccharomyces cerevisiae* (LipiGo®) in body weight loss: randomised, double-blind, placebo-controlled clinical trial in overweight and obese adults. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *97*(12), 4250–4257. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8301>
- Shahmirzadi, F. E., Ghavamzadeh, S., & Zamani, T. (2019). The effect of conjugated linoleic acid supplementation on body composition, serum insulin and leptin in obese adults. *Archives of Iranian Medicine*, *22*(5), 255–261.
- Shahmohammadi, H. A., Hosseini, S. A., Hajiani, E., Malehi, A. S., & Alipour, M. (2017). Effects of green coffee bean extract supplementation on patients with non-alcoholic fatty liver disease: A randomized clinical trial. *Hepatitis Monthly*, *17*(4). <https://doi.org/10.5812/hepatmon.45609>
- Stenman, L. K., Lehtinen, M. J., Meland, N., Christensen, J. E., Yeung, N., Saarinen, M. T., Lahtinen, S. (2016). Probiotic With or Without Fiber Controls Body Fat Mass, Associated With Serum Zonulin, in Overweight and Obese Adults—Randomized Controlled Trial. *EBioMedicine*, *13*, 190–200. <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2016.10.036>
- Subih, H. S., Zueter, Z., Obeidat, B. M., al-Qudah, M. A., Janakat, S., Hammoh, F., Bawadi, H. A. (2018). A high weekly dose of cholecalciferol and calcium supplement enhances weight loss and improves health biomarkers in obese women. *Nutrition Research*, *59*, 53–64. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2018.07.011>
- Suksomboon, N., Poolsup, N., & Yuwanakorn, A. (2014). Systematic review and meta-analysis of the efficacy and safety of chromium supplementation in diabetes. *Journal of Clinical Pharmacy and Therapeutics*, *39*(3), 292–306. <https://doi.org/10.1111/jcpt.12147>
- Trivedi, V., Satia, M., Deschamps, A., Maquet, V., Shah, R., Zinzuwadia, P., & Trivedi, J. (2016). Single-blind, placebo controlled randomised clinical study of chitosan for body weight reduction. *Nutrition Journal*, *15*(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s12937-016-0122-8>
- Tsang, C., Taghizadeh, M., Aghabagheri, E., Asemi, Z., & Jafarnejad, S. (2019). A meta-analysis of the effect of chromium supplementation on anthropometric indices of subjects with overweight or obesity. *Clinical Obesity*, *9*(4). <https://doi.org/10.1111/cob.12313>
- Udani, J., Tan, O., & Molina, J. (2018). Systematic review and meta-analysis of a proprietary alpha-amylase inhibitor from white bean (*Phaseolus vulgaris* L.) on weight and fat loss in humans. *Foods*, *7*(4), 1–10. <https://doi.org/10.3390/foods7040063>

- Vasques, C. A. R., Schneider, R., Klein-Júnior, L. C., Falavigna, A., Piazza, I., & Rossetto, S. (2014). Hypolipemic effect of garcinia cambogia in obese women. *Phytotherapy Research*, 28(6), 887–891. <https://doi.org/10.1002/ptr.5076>
- Vásquez, F., & Vanegas, J. (2014). Suplementos dietéticos para reducir de peso: dilemas médicos y éticos. *Revista Médica de Chile*, 142(8), 1069–1075. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872014000800016>
- Velikonja, A., Lipoglavšek, L., Zorec, M., Orel, R., & Avguštin, G. (2019). Alterations in gut microbiota composition and metabolic parameters after dietary intervention with barley beta glucans in patients with high risk for metabolic syndrome development. *Anaerobe*, 55, 67–77. <https://doi.org/10.1016/j.anaerobe.2018.11.002>
- Yanni, A. E., Stamataki, N. S., Konstantopoulos, P., Stoupaki, M., Abeliatis, A., Nikolakea, I., Tentolouris, N. (2018). Controlling type-2 diabetes by inclusion of Cr-enriched yeast bread in the daily dietary pattern: a randomized clinical trial. *European Journal of Nutrition*, 57(1), 259–267. <https://doi.org/10.1007/s00394-016-1315-9>
- Zalewski, B. M., Chmielewska, A., & Szajewska, H. (2015). The effect of glucomannan on body weight in overweight or obese children and adults: A systematic review of randomized controlled trials. *Nutrition*, 31(3), 437–442.e2. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2014.09.004>
- Zhang, Q., Wu, Y., & Fei, X. (2016). Effect of probiotics on body weight and body-mass index: a systematic review and meta-analysis of randomized, controlled trials. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 67(5), 571–580. <https://doi.org/10.1080/09637486.2016.1181156>

Características nutricionales, usos y conservación de las flores comestibles con fines gastronómicos

Nutritional Properties, Culinary Uses, and Preservation of Edible Flowers

<https://doi.org/10.47286/10.47286/01211463.621>

María Clara Echeverri¹
Valentina Hincapié¹
Juanita Hoyos Ríos¹
Ana María Aristizábal Montoya² 

Cómo citar en APA: Hincapié Salazar, V., Hoyos Ríos, J., & Aristizábal, A. (2025). Características nutricionales, usos y conservación de las flores comestibles con fines gastronómicos. *Revista Universidad Católica De Oriente*, 35(54), 43 - 59. <https://doi.org/10.47286/01211463.621>

Fecha de recepción: 29-08-2024 / Fecha de aceptación: 09-10-2024

1 Semillerista, estudiante de Nutrición y Dietética de la Universidad Católica de Oriente.

2 Ingeniera de Alimentos, Magister en Innovación Alimentaria y Nutrición. Coordinadora del Semillero Alimentación y Nutrición Humana (A&NH), Docente de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Católica de Oriente. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1055-0762>

Dirección de correspondencia: aaaristizabal@uco.edu.co

Resumen

Las flores comestibles tienen una amplia aplicación cosmética, curativa y decorativa, pero a su vez poseen muchas posibilidades en el campo gastronómico por sus propiedades nutricionales y medicinales, destacando propiedades antioxidantes, vitaminas y minerales, además de compuestos antiinflamatorios y antibacterianos. Este trabajo propone, a través de una revisión bibliográfica, caracterizar el aporte nutricional de estas flores y su aplicación en la gastronomía de acuerdo con la evidencia científica. Se identificaron diversas flores como la rosa, violeta y caléndula, que son ricas en flavonoides y carotenoides. Se investigaron diecisiete flores, mostrando su variabilidad en sus condiciones de cultivo y beneficios nutricionales. Con esta investigación se logra ratificar que la inclusión en la dieta de las flores comestibles es beneficiosa para la salud y contribuye significativamente al sistema inmunológico y permite innovar en la gastronomía, siendo una tradición ampliamente usada en culturas como la mexicana y la china por sus beneficios curativos y culinarios.

Palabras clave

Flores comestibles, Nutrición, Aporte nutricional, Gastronomía, Conservación de alimentos, Flavonoides, Carotenoides.

Abstract

Edible flowers have a wide application for cosmetic, curative and decorative purposes, but they also have many possibilities in the gastronomic field due to their nutritional and medicinal properties, highlighting antioxidant properties, vitamins and minerals, as well as anti-inflammatory and antibacterial compounds. Therefore, it was proposed through a bibliographic review to characterize the nutritional contribution and its application in gastronomy according to scientific evidence. Several flowers such as roses, violet and marigold, which are rich in flavonoids and carotenoids, were identified. Seventeen flowers were investigated, showing their variability in their growing conditions and nutritional benefits. This research confirms that the inclusion of edible flowers in the diet is beneficial to health and contributes significantly to the immune system and allows innovation in gastronomy, being a tradition in cultures such as Mexican and Chinese for its healing and culinary benefits.

Keywords

Edible flowers, Nutrition, Nutritional contribution, Gastronomy, Conservation, Flavonoids, Carotenoids.

Introducción

Los estudios de flores comestibles se han centrado en investigar las propiedades nutricionales y medicinales de diversas especies de flores que se utilizan como alimento en diferentes culturas (Ordóñez, 2014). Diversos estudios han demostrado en la actualidad que las flores comestibles aportan compuestos antioxidantes, vitaminas y minerales, entre otros nutrientes que aportan beneficios a la salud humana. Además, se han evaluado los efectos de las flores comestibles en la salud, encontrando que tienen propiedades antiinflamatorias, analgésicas, antifúngicas, antibacterianas, entre otras (Teixeira et al., 2023).

También se han investigado las propiedades organolépticas de las flores comestibles, es decir, sus características sensoriales como aroma, sabor, textura y apariencia, que las hacen atractivas para su consumo en la gastronomía. Entre las flores comestibles más estudiadas se encuentran la rosa, la violeta, el jazmín, la caléndula, la lavanda, el girasol, el hibisco, el pensamiento y la flor de saúco. Estas flores se han utilizado tradicionalmente en diversas culturas para la elaboración de platos dulces y salados, bebidas, infusiones y como decoración de postres y ensaladas que a medida del tiempo viene incrementándose para un estilo de vida más saludable (Hegde et al., 2022). Lo anterior da a entender que el consumo e inclusión de estas no viene de un concepto moderno o moda, sino que proviene de la antigüedad, pues está inmerso en diferentes culturas, tanto para alimentación, como también de manera curativa (Albán et al., 2018).

Las flores comestibles no solo se usan en infusiones medicinales, sino que también aportan a las preparaciones culinarias características sensoriales llamativas, tanto en la textura, sabor, aroma y apariencia. Por ello, han tenido buena aceptabilidad por parte de los consumidores, considerándolo como un alimento innovador, que ayuda a tener alternativas más saludables y naturales para incluir en la dieta (Teixeira et al., 2023).

Las flores comestibles aportan sustancias biológicamente activas como vitamina A, C, B2, B3, minerales como calcio, fósforo, hierro y potasio que benefician a la salud (Vukosavljev et al., 2023). Las flores comestibles son ricas en vitaminas y minerales, especialmente las de pétalos amarillos contienen una gran fuente de vitamina A, una de ellas puede ser la flor de caléndula, que tradicionalmente se ha utilizado como medicina tradicional más comúnmente para las irregularidades menstruales y el girasol, que contiene propiedades diuréticas, evita la retención de líquidos en el organismo y sus flores secas ayudan en el tratamiento de ciertas enfermedades como la malaria o urticaria (Albán Jiménez, 2017).

No todas las flores son comestibles, para que estas se puedan considerar aptas para el consumo humano deben cumplir con ciertas características, donde se explique su composición, lugar de procedencia, si es libre de pesticidas o fertilizantes no orgánicos, factores climáticos. Además de esto, deben demostrar ser microbiológicamente inocuas y salubres (Pereira Gómez, 2016). Un factor importante que afecta la calidad de las flores es su conservación, la cual repercute en sus características sensoriales y nutricionales (Vukosavljev et al., 2023). Por su corta vida útil, un adecuado método de conservación es almacenarlas en un tipo de envase adecuado donde interviene la temperatura y el tiempo en el que se conserva, ya que es fundamental para preservar los componentes bioactivos y sus características sensoriales.

Para esto se debe tener en cuenta el almacenamiento en frío, el cual puede ayudar a prolongar la vida útil de la mayoría de las flores comestibles, pero se considera que este tipo de almacenamiento puede provocar una mayor pérdida de la calidad. De igual manera, otro factor a considerar en la conservación de las flores es la reducción de la transpiración para evitar pérdidas por deshidratación. De igual manera, las flores más delicadas deben estar empacadas en recipientes rígidos de plástico para su protección. Además, es importante que para el control de plagas de este tipo de productos se utilicen métodos orgánicos certificados para poder garantizar su calidad (Pérez & Sánchez, 2019).

Este estudio tiene como objetivo caracterizar el aporte nutricional de flores comestibles y su aplicación en la gastronomía de acuerdo con la evidencia científica, también describir las características de composición y organolépticas de flores comestibles de acuerdo con los reportes de la literatura e identificar la aplicación gastronómica, técnicas de preparación y conservación para optimizar el uso de las flores comestibles.

Características de las flores comestibles

Las flores comestibles no solo causan sensación agradable en el paladar, también son llamativas por su apariencia y fragancia, además ofrecen fuentes de compuestos que son beneficiosos para la salud humana. Entre estos compuestos se tienen en cuenta flavonoides, antocianinas, carotenoides y fenólicos que aportan a las flores, color, sabor y propiedades antiinflamatorias y antioxidantes para proteger y fortalecer la salud relacionada con el sistema inmunológico (Pustynnikova, 2023). Todos estos nutrientes que se destacan realzan su apariencia gastronómica y aumentan su valor nutricional de las flores comestibles, transformándolas en una buena opción para incluirla en la alimentación.

A continuación, se describen algunas de las flores más utilizadas en la gastronomía, cada una con características que las hacen únicas y apreciadas en la preparación de diversas recetas y remedios naturales.










1. La flor del pensamiento es la más utilizada en la gastronomía, sobre todo por sus características organolépticas y por su resistencia a temperaturas extremas, ya que se puede producir en buena cantidad, es una flor comestible con propiedades antioxidantes, vitamina C y E, carbohidratos, proteína y fibra; también tiene compuestos como la arabinosa xilosa, flavonoides y carotenoides (Fernández, 2018).
2. La flor de capuchina proviene de una planta trepadora, normalmente sus flores son cultivadas para fines ornamentales, pero también en algunas comunidades las utilizan como decoración de preparaciones culinarias o para enfermedades de la piel. Esta flor contiene flavonoides, antocianinas, carotenoides, riboflavina, vitamina B3 y C, proteína, fibra, betacarotenos y propiedades antioxidantes (Ortiz, 2022)
3. La manzanilla es una planta utilizada para fines medicinales y terapéuticos, su nombre se debe a que su aroma recuerda al de una manzana. Es la más popular de todas las plantas, es una hierba perenne de tallo erguido y ramificado. Su flor contiene Vitamina C y Flavonoides, ácido salicílico, potasio, calcio, sodio y magnesio (Sharifi-Rad et al., 2018).









4. La amapola es una planta que no sobrepasa los 90 o 100 cm de altura, es una flor solitaria y posee 4 pétalos de color rojo. La amapola tiene componentes activos como las antocianinas, alcaloides, mucilagos y flavonoides con acción farmacológica (Espinoza, 2018)
5. La calabaza es una planta de área tropical y subtropical de América. Sus flores son de fácil adaptabilidad, no obstante, los más idóneos para su cultivo son los suelos frescos. Las flores de calabaza son una fuente importante de vitaminas, calcio, hierro, fósforo, potasio y magnesio. Además, El pigmento amarillo-naranja característico de la flor de calabaza indica que contiene flavonoides, unos compuestos que funcionan como antioxidantes (Rojas, 2021).
6. La moringa tiene hojas que son comestibles y se utilizan de manera terapéutica debido a que es rica en carotenos, vitaminas, flavonoides, alcaloides y antioxidantes. Es una planta multipropósito de clima tropical seco, longeva y que puede ser producida para semillas, aceites y bebidas medicinales (Dzuvor et al., 2022)
7. La flor de caléndula es una flor que tiene compuestos bioactivos naturales, los cuales contienen una actividad antioxidante por su alto contenido de flavonoides y carotenoides y muestra un efecto antiinflamatorio debido a la presencia de un componente llamado isotiocianato de bencilo, el cual es un compuesto fenólico que actúa como bactericida, contiene carbohidratos, fibra y hierro (Zambrano, 2022)
8. La rosa es conocida como la "reina de las flores", siempre ha tenido un impacto estético y medicinal en diversas culturas, utilizándose para muchas preparaciones debido a sus colores brillantes y llamativos, también contienen beneficios para la salud. Esta flor es rica en compuestos fenólicos, lo que la hace fundamental para la gastronomía, rica en flavonoides, carotenoides y antocianinas, las más importantes por ser las responsables del color rojo; también contiene aportes de carbohidratos, fósforo, potasio y calcio (Hegde et al., 2022).
9. La flor de Jazmín cuenta con compuestos fitoquímicos como los flavonoides, bencil acetato, alcohol de bencilo, metil antranilato; también tiene compuestos aromáticos. Esta flor sirve para uso medicinal, específicamente para tratar enfermedades crónicas y contiene aportes nutricionales de proteína, fibra, calcio y hierro (Albán et al., 2018).
10. La flor de lavanda proviene de una planta producida sobre todo en Francia, sus flores de tamaño pequeño azul y su aroma dulce provienen de las glándulas sebáceas presentes en diferentes partes de la planta (hojas, flores y tallos). El principal compuesto de la lavanda es el aceite esencial, el cual contiene alcoholes terpénicos (linalol y geraniol), los cuales puede producir un efecto calmante. Por otro lado, también tiene aportes nutricionales de sodio, calcio, vitamina A, B1, B2, B3 y compuestos fenólicos, los cuales son antiinflamatorios y antioxidantes (Zumárraga, 2020).
11. La flor de Jamaica es originaria de África. Su cultivo se restringe a diferentes áreas, pero principalmente a zonas tropicales. Las características organolépticas son: Color carnoso, rojo oscuro; de aroma fuerte y sabor dulce. Su uso principal es para bebidas medicinales, mermeladas y vinos. Los compuestos nutricionales son los flavonoides, antioxidantes, proteína, carbohidratos, fibra y vitamina C (Dey et al., 2023).

12. La flor de sauco viene de un arbusto que se usa regularmente para bebidas medicinales. Proviene de Europa y se cultiva en suelos secos, frescos y húmedos; sus hojas alrededor de la flor son verdes y con un aroma marcado, la flor es blanca y pequeña. Estas flores tienen componentes nutricionales como vitamina A, B y C, hierro y potasio (Has, 2023).
13. La flor violeta es una planta de poco crecimiento que se encuentra en tierras secas, bosques húmedos y lluviosos. Su origen es de Europa, especialmente al sur de los Alpes; son agradables a la vista por su forma de corazón morado. Tiene beneficios antioxidantes, pero en el mundo gastronómico se utiliza como decoración y aromatizantes de bebidas. Sus flores contienen polisacáridos, vitamina A y aceites volátiles.
14. La flor de hibisco es una planta que proviene de un arbusto que alcanza los 3 m de altura, también se le puede conocer como rosa de china, aurora, amor de hombre, cayena, amapola entre otros. Sus flores son simples o dobles y duran 2 o 3 días. Sus pétalos se suelen usar en ensaladas, infusiones, jaleas y vinos. Además, por sus altas concentraciones de antocianinas, vitamina C, polifenoles, y sustancias antioxidantes se considera como un alimento funcional. En países asiáticos se utiliza para producir bebidas, tes y alimentos con fines medicinales (Rodrigues & Ribeiro, 2022).
15. La flor de girasol proviene de una planta que se forma por una raíz pivotante que puede llegar hasta los dos metros de altura. Su uso más conocido es el aceite de girasol utilizado en la industria farmacéutica, alimentaria y cosmética. Sus pétalos se emplean para preparar ensaladas e infusiones, tiene propiedades diuréticas, lo que ayuda en la eliminación de líquidos, mejorando así la función renal previniendo enfermedades de próstata. El girasol y sus flores secas son ricas en carotenoides: previene dolores de cabeza, trastornos nerviosos y ayuda en el tratamiento de estreñimiento y urticaria (Albán et al., 2018, Palate, 2021).
16. La flor de abutilón es un género que está constituido por arbustos y subarbustos. Es una planta de 30-150 cm, sus flores tienen cinco pétalos amarillos y sus hojas son de hasta veinte centímetros. No sobrepasa los dos metros de altura y es una planta polinizadora. Se caracteriza por sus propiedades medicinales como antipirético, antiinflamatorio, diurético y expectorante. Principalmente se usa en infusiones (Willdenow, 2024).
17. La veranera es una de las plantas más coloridas y llamativas, aunque poco conocida en cuanto a sus diversos usos en la cocina y en aplicaciones medicinales. El té de esta flor alivia resfriados, sirve para desinfectar heridas y sus flores y hojas son utilizadas para ensaladas y cocteles. Esta flor contiene antioxidantes y compuestos fenólicos los cuales tienen actividad antiinflamatoria (Ochoa, 2022).

A continuación, se proporciona información sobre las características agronómicas, taxonómicas y sensoriales de las flores comestibles más conocidas en la tabla 1:

Tabla 1. Características agronómicas, taxonómicas y sensoriales de las flores comestibles

	Origen y familia	Características organolépticas	Condiciones de cultivo	Imagen	Fuente
Pensamiento (<i>Viola tricolor</i>)	Inglaterra <i>Violaceae</i>	Sabor dulce, aroma floral, color blanco, amarillo, rosa y morado, textura carnosa, apariencia lisa y brillante.	Suelos arcillosos, zonas frías.		Fernández (2018)
Capuchina (<i>Tropaeolum majus</i>)	Sudamérica <i>Tropaeolaceae</i>	Sabor picante, aroma cítrico, color amarillo, anaranjado o rojo, textura, apariencia brillante.	Climas templados, todo tipo de suelos, exposición solar.		Ortiz, (2022)
Manzanilla (<i>Matricaria recutita</i>)	Región de los Balcanes, Europa y Asia <i>Asteraceae</i>	Sabor agradable, cabeza amarilla y pétalos color blanco.	Todo tipo de suelos, resistente a condiciones heladas.		Sharifi-Rad et al. (2018)
Amapola (<i>Papaver rhoeas</i>)	Europa, África y Asia- <i>Papaveraceae</i>	Aroma, sabor y olor agradable, color rojo, raíz fina, semilla azul oscuro.	Clima frío, resisten a las bajas temperaturas, también en climas cálidos o templados. Es una planta silvestre, se puede cultivar en jardines comunes.		Espinoza (2018)
Calabaza (<i>Curcubita pepo</i>)	Colombia y Panamá <i>Cucurbitaceae</i>	Sabor dulce y suave, de color amarillo-naranja, con una textura sedosa y ligera.	No tiene un terreno específico, necesitan más un clima tropical.		Rojas (2021)
Moringa (<i>Moringa oleifera</i>)	Asia tropical-India <i>Moringaceae</i>	Color verde, de flor blanca, con textura rasposa y de sabor simple.	Terreno seco y clima tropical.		Dzuvor et al. (2022)
Caléndula (<i>Calendula officinalis</i>)	Región mediterránea y Asia <i>Asteraceae</i>	Color amarillo, dorado, anaranjado, sabor amargo y picante, leve toque a clavo de olor.	Suelos con materia orgánica, clima fresco.		Zambrano (2022)
Rosa (<i>Rosa spp</i>)	Asia, Medio Oriente, América del Norte y Europa <i>Rosaceae</i>	Color rojo, sabor dulce, aroma agradable, aspecto brillante.	Zonas templadas, mucha luz, humedad y calor, suelo drenado y aireado		Vukosavljev et al. (2023)
Jazmín (<i>Jasminum officinale</i>)	Medio Oriente y Europa <i>Oleaceae</i>	Color blanco, sabor y aroma dulce, pero ligeramente ácido.	Suelo drenado, con luz, pero sin sol directo		Dominguez (2023)

	Origen y familia	Características organolépticas	Condiciones de cultivo	Imagen	Fuente
Lavanda (<i>Lavandula angustifolia</i>)	Cuenca del Mediterráneo occidental <i>Lamiaceae</i>	Color morado, sabor intenso, aroma dulce.	Suelos arenos-arcillosos, bien drenados, buena luz.		Zumárraga (2020)
Flor de Jamaica (<i>Hibiscus Sabdariffa</i>)	África tropical, cultiva ampliamente en América central, América del sur y en el sudeste asiático <i>Malvaceae</i>	Color carnosos, rojo oscuro; de aroma fuerte y sabor dulce.	Se adapta a cualquier tipo de suelo, solo necesita el clima tropical; resistente a la sequía.		Dey et al. (2023)
Violeta (<i>Viola odorata</i>)	Europa al sur de los Alpes y al Oeste de Francia <i>Violaceae</i>	Sus hojas tienen forma de corazón, de color violeta. Es representativa por su aroma dulce.	Crece en tierras duras y bosques.		(Quispe & Cahuana, 2019)
Sauco (<i>Sambucus nigra</i>)	Europa <i>Adoxaceae</i>	Color blanco, textura suave, aroma fuerte y sabor añejo.	Crece en suelos frescos y húmedos.		Has (2023)
Hibisco (<i>Hibiscus</i>)	Asia oriental <i>Malvaceae</i>	Pétalos con sabor cítrico, color rosa. Representativa por sus hojas color verde oscuro brillante.	Crece en climas tropicales, ambientes cálidos.		Rodrigues & Ribeiro (2022)
Girasol (<i>Helianthus annuus</i>)	Norte de México y sudoeste de EE. UU. <i>Asteraceae</i>	Color de hojas varía de verde a amarillo, color brillante, aromas propios sin rancidez.	Crece en lugares secos como prados, praderas y llanuras.		Palate, 2021, Albán et al. (2018)
Abutilón (<i>Abutilon</i>)	Sudáfrica y Sur América <i>Malvaceae</i>	Flores amarillas y naranjas, crecen de agosto a septiembre, crecimiento rápido. Aroma propio y característico.	Crece en las regiones tropicales y subtropicales de todos los continentes.		Willdenow (2024)
Veranera (<i>Bougainvillea</i>)	Brasil <i>Nyctaginaceae</i>	Color fucsia, lila o morado, sabor suave, aroma dulce y floral.	Mucha luz natural, suelo con buen drenaje.		Ochoa (2022)

La tabla anterior describe diecisiete (17) flores que ya se han investigado para aplicación gastronómica y farmacológica. De acuerdo con las características agronómicas son de vital importancia en cuanto al cultivo. Según la evidencia científica, hay mucha variabilidad en los

suelos y el clima para el manejo de las diferentes especies. Se destaca que la especie *Lavandula angustifolia* prospera en suelos areno arcillosos, bien drenados y con buena luz (Zumárraga, 2020) mientras que otros estudios demuestran que la *Calendula officinalis* muestra mayor resistencia a climas templados y prefiere suelos ricos en materia orgánica (Zambrano, 2022)

Las características sensoriales de las flores comestibles, las cuales incluyen sabor, aroma, textura y apariencia, son aspectos que influyen directamente en la aplicación gastronómica y también en su uso tradicional de medicina. Estudios han demostrado que flores como la *Viola tricolor* y la *Rosa spp* tienen perfiles sensoriales únicos que contribuyen a su uso en postres, ensaladas, zumos, bebidas, entre otras preparaciones culinarias (Franzen et al., 2019) (Fernández, 2018).

Además, en la tabla 2 se exponen los aportes nutricionales de diversas flores comestibles y sus beneficios para la salud humana.

Tabla 2. Aportes nutricionales de las flores comestibles y sus beneficios

	Mayor aporte nutricional	Beneficios	Fuente
Pensamiento (<i>Viola tricolor</i>)	Vitamina C y E	Coadyuvante para el tratamiento de la depresión, propiedades antioxidantes.	(Quispe & Cahuana, 2019)
Capuchina (<i>Tropaeolum majus</i>)	Vitamina C	Combate enfermedades crónicas y ayudan a evitar la degeneración muscular, actividad antiinflamatoria, calmante natural.	(Ebert et al., 2021)
Manzanilla (<i>Matricaria recutita</i>)	Calcio, magnesio y potasio	Propiedades antioxidantes y antiinflamatorias, problemas gastrointestinales.	Atiaja (2022)
Amapola (<i>Papaver rhoeas</i>)	Proteína, grasas y vitaminas	Protege mucosas respiratorias, combate la ansiedad e insomnio	Atiaja (2022)
Calabaza (<i>Curcubita pepo</i>)	Vitamina C	Propiedades antioxidantes, antiinflamatoria.	Kulczyński et al. (2020)
Moringa (<i>Moringa oleifera</i>)	Vitamina A, B1 y C	Planta medicinal, antioxidante, ligeramente laxante, antihistámic, antiinflamatorio, antibacteriana, hipolipemiantes, hipoglucemiantes, eupépticas (favorece la digestión), emolientes, dermoprotectoras, y antifúngicas.	(Islam et al., 2021) y (Ebert et al., 2021)
Caléndula (<i>Calendula officinalis</i>)	Fibra	Propiedades antiinflamatorias, infecciones, problemas gastrointestinales.	Atiaja (2022)
Rosa (<i>Rosa spp</i>)	Carbohidratos	Propiedades antioxidantes, antimicrobianas, laxante, síntomas menstruales, refrescar mente y cuerpo, desinfección de heridas.	(Franzen et al., 2019)), Hegde et al. (2022)
Jazmín (<i>Jasminum officinale</i>)	Proteína y fibra	Propiedades calmantes, mejora dolores musculares, problemas gastrointestinales, ayuda a la circulación sanguínea, desinfección de todo tipo de heridas.	Albán et al. (2018)

	Mayor aporte nutricional	Beneficios	Fuente
Lavanda (<i>Lavandula angustifolia</i>)	Carbohidratos, calcio y vitamina C	Trata infecciones parasitarias, calambres, espasmos musculares, infecciones gastrointestinales y respiratorias.	García Vieyra et al. (2022)
Flor de Jamaica (<i>Hibiscus Sabdariffa</i>)	Carbohidratos, vitamina C, calcio y hierro.	Terapéutica y medicinal, propiedades antioxidantes antiinflamatorias, antihipertensivas, diuréticas, laxantes y antibacterianas. Ayuda a la salud digestiva y renal, control del colesterol y protección procesos de oxidación celular.	Iza (2020)
Sauco (<i>Sambucus nigra</i>)	Vitamina A, B y C	Propiedades medicinales (tos, fiebre, gripa), antioxidante. Aplicaciones tratamiento digestivo, purgante, paliativo contra alcoholismo. Efecto curativo en problemas de piel como salpullido, sarna, y quemaduras.	Has (2023)
Violeta (<i>Viola odorata L</i>)	Vitamina A	Propiedades medicinales, antiinflamatoria, antioxidante, antidepresiva y antihipertensiva. Diurética, analgésica, vasodilatadora y antibacteriana. Propiedades desinflamatorias en enfermedades de riñón.	Hernán (2023)
Hibisco (<i>Hibiscus</i>)	Vitamina C	Regula la vía de señalización de insulina, aumenta la esperanza de vida y salud.	Chen et al. (2020)
Girasol (<i>Helianthus annuus</i>)	Vitamina A	Efecto curativo y preventivo sobre la aparición de diversas enfermedades	Atiaja (2022)
Abutilón (<i>Abutilon</i>)	Fibra	Alta en fibra, ornamental, utilizada como enema para tratamiento de sarampión y picaduras de insectos.	Achigan (2015)
Veranera (<i>Bougainvillea</i>)	Vitamina A y C	Trata problemas gastrointestinales y respiratorios, además problemas de depresión en niños (calmante).	García Vieyra et al. (2022)

Nota. Elaboración propia.

Con respecto a la tabla anterior se destaca que las flores comestibles tienen componentes de vitaminas, minerales y compuestos antioxidantes. Por ejemplo, el estudio de (Islam et al., 2021) destaca que la *Moringa oleifera* contiene Vitamina A, B1 y C, contribuye beneficiosamente a la digestión y actúa como antiinflamatorio y antioxidante. Esto se correlaciona con la información presentada en el artículo, donde se dice que esta flor tiene compuestos bioactivos o ingredientes funcionales que la convierten en una fuente de nutrición con buenas propiedades terapéuticas (Verdesoto García Gabriel Omar, 2021).

Además de las vitaminas, las flores comestibles como la *Tropaeolum majus* también contienen fitoquímicos como flavonoides. Se ha demostrado que los flavonoides presentes en la capuchina pueden tener beneficios en cuanto a tratar dolores e infecciones en la piel (Ortiz, 2022). Es importante destacar que, si bien las flores comestibles tienen muchos beneficios nutricionales, es necesario que se continúe investigando para comprender mejor su impacto en la salud humana.

Aplicación gastronómica y técnicas de preparación de las flores comestibles

La flor de pensamiento, la calabaza, la moringa y la caléndula se han utilizado para la elaboración de productos panaderos y pasteleros, ya sea cocidas, deshidratadas, confitadas o crudas (Martínez et al., 2019). Las rosas y la violeta se han utilizado a lo largo de la historia en diferentes ciudades del mundo como adición para proporcionar dulzura y sabor agradable a platos, bebidas, ensaladas, tortillas, y postres o como fuente de azúcar y colorante de jarabes. La flor de Jamaica desde la antigüedad ha sido consumida como bebida. La flor de capuchina y lavanda se han utilizado en ensaladas, carnes, helados, sopas y arroz. Los pétalos de la flor de amapola se han usado para aromatizar vinos, y para extraer aceites para cocinar. Los capullos de la flor de girasol son consumidos bajo vapor, simulando la alcachofa (Zambrano, 2022).

En general, las flores comestibles son ricas en fitoquímicos y compuestos bioactivos naturales, como metabolitos secundarios, estos compuestos se destacan por su alta actividad antioxidante y su capacidad para la protección del organismo, además influyen en la desintoxicación y metabolismo hormonal, estimulación del sistema inmunológico y efectos antibacterianos (Takahashi et al., 2020).

La florifagia, consumo de flores como alimento, es una práctica que se ha llevado a cabo desde tiempos pasados que, aunque no ha sido muy difundida, hasta hace algunas décadas se ha ido conociendo más. Tradicionalmente, se han utilizado las flores como alimento funcional para la prevención y el tratamiento de diversas enfermedades, también se han empleado para usos gastronómicos, estéticos, cosméticos y farmacológicos, sin embargo, culturalmente no se conocen todas las propiedades que contienen las flores comestibles (Gabilondo & Malec, 2022).

De acuerdo con esto, las flores más populares para esto las amapolas, rosas, pensamientos, jazmines, violetas, manzanillas, moringa, flor de Jamaica, caléndula, entre otros; pero, comparándolo con la evidencia científica se puede decir que algunas de ellas no tienen respaldo científico que asegure que el consumo de las flores comestibles pueda curar una enfermedad. Sin embargo, sí se ha evidenciado que, gracias a sus compuestos bioactivos, ayudan a la prevención de enfermedades y sirven como alimento funcional, pero no es una opción completamente curativa.

Además, aunque hay más de 55 géneros catalogados como flores comestibles, actualmente no hay listas oficiales emitidas por ningún centro internacional como la FAO, OMS o EFSA que indique el uso de las flores comestibles en la alimentación humana (Pérez & Sánchez, 2019).

Según Mulík & Ozuna (2020), en las sociedades prehispánicas, las flores ofrecen un amplio panorama de significados, las antiguas representaciones no eran solo decorativas sino en simbolismo de respeto como elementos de la naturaleza. Antiguamente, algunas flores se usaban como acompañamiento bebida del cacao, que si se tomaban en exceso podrían tener efectos embriagantes.

Comparando con el estudio de Atiaja (2022), en el contexto contemporáneo se ha visto que ha resurgido la utilización de las flores comestibles, lo cual se ha ido impulsado con la idea de tener una alimentación diversa y llamativa, además de consumir las especies florales frescas se pueden incluir en platos de carne y pescado, así como en diversas bebidas (cocteles, cervezas, infusiones, licor), y en flanes, postres y también se pueden usar de forma seca, deshidratada, polvo, cristalizada.

El conocimiento de las flores comestibles no es muy extendido, y aunque estas son cultivadas en muchas partes del mundo, sus usos gastronómicos se limitan a los que tradicionalmente en las comunidades locales ya se habían establecido desde los antepasados (Dos Santos, 2021).

Conservación de las flores comestibles

Las flores comestibles tienen una vida útil de aproximadamente 2 a 5 días, por ello es importante exponer las técnicas de conservación para preservar sus cualidades nutricionales y sensoriales, con el fin de hacer una entrega adecuada del producto final al consumidor (Takahashi et al., 2020).

La deshidratación o cristalización de flores comestibles puede ser una buena opción para conservarlas. Además, también existen otros métodos de conservación como lo son, el secado (al vacío, deshumidificado, microondas, o híbrido), los cuales según bibliografía pueden mostrar mejores resultados en cuanto a la preservación de componentes bioactivos de las flores comestibles. También se ha evaluado la conservación con recubrimiento comestible (con base de proteína de soja, alginato, quitosano), que sirve como una barrera para controlar la humedad y mantener el color vivo de las flores, ampliando su vida útil unos a 14 días. Además del recubrimiento, si se almacena bajo refrigeración puede aumentar la conservación y vida útil aproximadamente 2 semanas (Purohit et al., 2021).

Durante los últimos tiempos se han sido utilizados varias técnicas de secado, varias mencionadas en el párrafo anterior, adicionando la técnica de secado por infrarrojos, que se basa en la radiación electromagnética, la cual genera menos gasto de energía en el proceso de secado (Wu et al., 2019).

Los métodos no térmicos pueden permitir una mejor retención de nutrientes. Las técnicas de irradiación, luz ultravioleta y presión hidrostática han demostrado eficiencia al momento de la conservación de la vida útil de las flores comestibles. Los métodos convencionales como el secado al sol y exposición al aire caliente, no tienen buena referencia debido a que ocupan mayor tiempo y altas temperaturas que pueden provocar el deterioro de las características organolépticas de las flores (color, sabor y textura) (Shantamma et al., 2021).

De acuerdo con las técnicas de conservación, se ha evidenciado que las tecnologías aplicadas a las flores comestibles como lo son la irradiación, la alta presión hidrostática, y la luz ultravioleta han dado buenos resultados para la conservación de las flores (Fernandes et al., 2018). Según la literatura científica, estas técnicas de conservación de procesado no térmico pueden ser más eficientes y sostenibles a comparación de los métodos convencionales ya que estos pueden ofrecer ventajas en términos de consumo de energía y agua siendo más sostenible para los productores (Shantamma et al., 2021).

La aplicación de las flores comestibles en la industria alimentaria ha aumentado y es por eso por lo que prolongar el almacenamiento postcosecha de dichas flores se ha convertido en prioridad para beneficiar su desarrollo industrial. Una de las técnicas utilizadas por la industria es el almacenamiento en frío (refrigeración y congelación); esta tecnología ayuda con el prolongamiento de la vida útil de las flores comestibles porque se reduce la descomposición interna de los tejidos, aminora el crecimiento de microorganismos y disminuye el marchitamiento (Fernandes et al., 2018).

En su estudio, Fernandes et al. (2020) comparan dos métodos de congelación: uno en cubos de hielo y otro en congelación directa en bolsas de plástico, para determinar qué método es el más adecuado para la conservación de algunas flores comestibles. Se da como resultado que las flores en cubos de hielo no preservan de manera adecuada sus compuestos bioactivos como flavonoides y actividad antioxidante a comparación de la congelación en bolsas. En ese sentido, el método por congelación a bajas temperaturas (-18°) conforme a la literatura científica es una técnica de preservación adecuada para mantener la vida útil de las flores comestibles conservando sus componentes bioactivos y su aspecto visual.

Al comparar varios autores que han investigado sobre los diferentes métodos y técnicas de conservación ya mencionados, se puede decir que los métodos de tratamiento no térmico y de almacenamiento en frío son los más adecuados para conservar las flores comestibles, esto debido a su tecnología que logra inactivar los microorganismos sin efectos de degradación térmica de los compuestos bioactivos y nutrientes, antes se logra mantener el contenido de estos compuestos (Fernandes et al., 2020). Con estos métodos se logra conseguir un atractivo más fresco para todos los consumidores en comparación con los métodos convencionales como el secado al sol y el secado al aire caliente, estos pueden provocar el deterioro al color y a las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de las flores comestibles por la larga exposición al calor, la baja velocidad del secado y las altas temperaturas (Shantamma et al., 2021).

Conclusiones

El incorporar las flores comestibles en la dieta humana podría aportar de manera significativa a la protección y fortalecimiento del sistema inmunológico, ya que contienen vitaminas, compuestos fitoquímicos como carotenos, flavonoides y fenoles, que pueden actuar como antiinflamatorios y antioxidantes. Por eso es importante incentivar el consumo a través de la gastronomía diaria y la dieta, no solo decorativa, sino en diversas preparaciones como sopas, ensaladas o bebidas.

Emplear las flores comestibles en la gastronomía permite innovar y darles un valor agregado a las preparaciones, puesto que podrían aportar a la salud de manera terapéutica, a través de bebidas, infusiones o extractos y también al paladar de manera atractiva a la hora de usarlas en preparaciones principales en la cotidianidad, por su variedad y características organolépticas que permiten dar grandes variaciones en la comida.

Las flores comestibles son diversas en sus características organolépticas y compuestos bioactivos que contribuyen tanto a la experiencia culinaria como a nivel nutricional y sensorial; aportando vitaminas, minerales, antioxidantes y una amplia gama de sabores, aromas, colores y texturas. Las flores comestibles no solo embellecen y dan un valor estético a las preparaciones gastronómicas, sino que también pueden contribuir a una dieta más variada mejorando la salud y aportando al disfrute sensorial.

Se reconoce que la florifagia es una costumbre para muchas regiones con tradición de cocinar y usar las flores de manera curativa, sin embargo, se trata de una tendencia que amerita más estudios y difusión para aprovechar la diversidad y disponibilidad de estas en el entorno.

Referencias

- Achigan, E. G. (2015). *Abutilon grandifolium*. *Flowering Plants of Africa*, 64(November), 76–83. http://www.researchgate.net/profile/Nonkululo_Phephu/publication/279846080_Abutilon_grandifolium/links/559b9e9708ae5d8f39382bd3.pdf
- Albán, M., Echavarría, A., & Domínguez, L. (2018). Composición Nutricional Y Propiedades Funcionales De Flores Comestibles Nutritional Composition and Functional Properties of Edible Flowers. *Universidad de Oriente, Venezuela*, 30(February), 498–507.
- Atiaja, J. (2022). Flores comestibles y gastronomía creativa en la ciudad de Ibarra. *Universidad Técnica Del Norte*, 1–117. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/13441>
- Chen, Q., Xu, B., Huang, W., Amrouche, A. T., Maurizio, B., Simal-Gandara, J., Tundis, R., Xiao, J., Zou, L., & Lu, B. (2020). Edible flowers as functional raw materials: A review on anti-aging properties. *Trends in Food Science and Technology*, 106(August), 30–47. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.09.023>
- Dey, S., Roy, A., Paul, A., Saha, N., Tarafdar, A., & Mazumder, S. (2023). Food and medicinal properties of hibiscus (*Hibiscus sabdariffa* & *Hibiscus rosa-sinensis*). *Sustainability, Agri, Food and Environmental Research*, 11(X), 2023. <https://cuhsu.uct.cl/index.php/safer/article/view/2528>
- Dominguez, C. (2023). *Jazmín: cuidados en maceta y jardín, tipos y características*. https://www.elmueble.com/plantas-flores/jazmin-cuidados-tipos-caracteristicas_51505#:~:text=En cuanto a su cuidado,pero no soportan el encharcamiento
- DosSantos, I. C. (2021). *Flores comestibles: uso tradicional y actual*. 438–445.
- Dzuvor, C. K. O., Pan, S., Amanze, C., Amuzu, P., Asakiya, C., & Kubi, F. (2022). Bioactive components from *Moringa oleifera* seeds: production, functionalities and applications—a critical review. *Critical Reviews in Biotechnology*, 42(2), 271–293. <https://doi.org/10.1080/07388551.2021.1931804>
- Ebert, E. F., Sivinski, E. A., Pelisser, C., Endres, C. M., & Mattia, J. L. de. (2021). Capuchinha (*tropaeolum majus*) compostos bioativos e sua funcionalidade no organismo. *Research, Society and Development*, 10(16), e05101622623. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i16.22623>
- Espinoza, G. (2018). *Amapola roja, Papaver rhoeas, características y propiedades*. <https://naturaleza.ani-malesbiologia.com/plantas/amapola-roja-papaver-rhoeas#propiedades-de-la-amapola-roja>
- Fernandes, L., Casal, S., Pereira, J. A., Pereira, E. L., Saraiva, J. A., & Ramalhosa, E. (2020). Congelación de flores comestibles: efecto sobre la calidad microbiana y antioxidante durante el almacenamiento. *Journal of Food Science*, 85(4), 1151–1159. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15097>
- Fernandes, L., Saraiva, J. A., Pereira, J. A., & Casal, S. (2018). *Tecnologías postcosecha aplicadas a las flores comestibles : una revisión*. 9129. <https://doi.org/10.1080/87559129.2018.1473422>
- Fernández, B. R. Q. (2018). Estudios de la flor comestible pensamiento (*viola tricolor*), para la gastronomía gourmet, cantón ambato, provincia de Tungurahua. *Universidad Regional Autónoma de Los Andes*, 1(1), 1–15.

- Franzen, F. D. L., Silvia, M., Oliveira, R. De, Lidório, H. F., Menegaes, J. F., Lucy, L., & Fries, M. (2019). Chemical composition of rose, sunflower and calendula flower petals for human food use. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 20(1), 159–168. doi: https://doi.org/10.21930/rcta.vol20_num1_art:125
- Gabilondo, J., & Malec, L. S. (2022). Descartes de flores comestibles como fuente de compuestos bioactivos: caso rosas. *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)*, 2, 26–30.
- García Vieyra, M. I., Jaramillo Arellano, J. E., Guajardo García, J. A., Sánchez Carmona, A., & Rodríguez Guerrero, K. L. (2022). Perfil Fitoquímico y capacidad antioxidante de tés de flores de plantas medicinales. *Jóvenes En La Ciencia*, 16, 1–8.
- Has, I. M. (2023). *Bioactive Potential of Elderberry (Sambucus nigra L.)*.
- Hegde, A. S., Gupta, S., Sharma, S., Srivatsan, V., & Kumari, P. (2022). Edible rose flowers: A doorway to gastronomic and nutraceutical research. *Food Research International*, 162(PA), 111977. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111977>
- Hernán, P. (2023). *¿Conoces las propiedades medicinales de la violeta?* El Colombiano. <https://www.hola.com/estar-bien/20230713235620/violeta-planta-medicinal-propiedades/>
- Islam, Z., Islam, R., Hossen, F., Mahtab-Ul-Islam, K., Hasan, M. R., & Karim, R. (2021). Moringa oleifera is a Prominent Source of Nutrients with Potential Health Benefits. *International Journal of Food Science*, 2021(June 2013). <https://doi.org/10.1155/2021/6627265>
- Iza, E. (2020). Beneficios de la Flor de Jamaica para la Salud. *Departamento de Ciencias de La Vida y Agricultura*, April, 13. <https://www.researchgate.net/publication/350710127>
- Kulczyński, B., Sidor, A., & Gramza-Michałowska, A. (2020). Antioxidant potential of phytochemicals in pumpkin varieties belonging to Cucurbita moschata and Cucurbita pepo species. *CYTA - Journal of Food*, 18(1), 472–484. <https://doi.org/10.1080/19476337.2020.1778092>
- Martínez, C., Valderrama, C., Cano, I., Rivera, J., & Camacho, B. L. (2019). Elaboración de un pan con adición de flores comestibles. *Limentech Ciencia Y Tecnología Alimentaria*, 17(2).
- Mulík, S., & Ozuna, C. (2020). Mexican edible flowers: Cultural background, traditional culinary uses, and potential health benefits. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 21(March), 100235. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.100235>
- Ochoa, A. (2022). *Bugambilia: éstas son las propiedades de esta hermosa planta trepadora*. <https://www.admagazine.com/articulos/bugambilia-usos-medicinales-y-todo-lo-que-debes-saber>
- Ordóñez, M. de J. (2014). Las flores comestibles. In L. Arizpe & E. P. Flores (Eds.), *Siempre Flor y Canto: Las Flores en el Patrimonio cultural inmaterial de México* (1st ed., pp. 247–258). Universidad nacional Autónoma de México, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias.
- Ortiz, C. A. A. (2022). Desarrollo de una bebida a base de frutas tropicales y verduras e inclusión de un extracto de capuchina (*Tropaeolum majus*). *Universidad Nacional de Colombia*.
- Palate, K. (2021). Estudio de la composición nutricional de flores comestibles Diente de león (*Taraxacum officinale*), Tronadora (*Tecoma stans*), Mastuerzo (*Tropaeolum majus*), Girasol (*Helianthus annuus*) para potenciar su consumo. *Universidad Técnica de Ambato*, 53(February), 2021.

- Pérez, N. Y., & Sánchez, F. (2019). Usos y beneficios culinarios de cinco flores comestibles. *Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas*, 117.
- Purohit, S. R., Rana, S. S., Idrishi, R., Sharma, V., & Ghosh, P. (2021). A review on nutritional, bio-active, toxicological properties and preservation of edible flowers. *Future Foods*, 4(July), 100078. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2021.100078>
- Pustynnikova, A. (2023). *Flores comestibles: más que una cara bonita*. <https://theconversation.com/flores-comestibles-mas-que-una-cara-bonita-199196#:~:text=Algunos ejemplos de flavonoides que,cardiovascular y prevenir el cáncer>
- Quispe, Y. A., & Cahuana, R. (2019). Los Extractos Etanólico , Flavonoídico Y Fracciones Mayoritarias Flavonoídicas. http://200.48.82.27/bitstream/handle/UNSAAC/4176/253T20190288_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rodrigues, A. A., & Ribeiro, S. (2022). *Machine Translated by Google beneficios en la reducción presión Revista Científica Multidisciplinaria Ciencia Latina , Machine Translated by Google Revisión del de de Life Natural Revista*. 3246–3253.
- Rojas, V. (2021). Desarrollo de una sopa instantánea a base de harina de flor de calabaza, pipicha y calabaza (cucúrbita pepo). *Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio, "Capacida antidiabetica in vivo de formulados de pulpa de chilacayota (Curcubita ficifolia Bouche),"* 116.
- Shantamma, S., Vasikaran, E. M., Waghmare, R., Nimbkar, S., Moses, J. A., & Anandharamakrishnan, C. (2021). Emerging techniques for the processing and preservation of edible flowers. *Future Foods*, 4(July), 100094. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2021.100094>
- Sharifi-Rad, M., Nazaruk, J., & Polito, L. (2018). Matricaria genus as a source of antimicrobial agents: From farm to pharmacy and food applications. *Microbiological Research*, 215(June), 76–88. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2018.06.010>
- Takahashi, J. A., Rezende, F. A. G. G., Moura, M. A. F., Dominguet, L. C. B., & Sande, D. (2020). Edible flowers: Bioactive profile and its potential to be used in food development. *Food Research International*, 129(April 2019). <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108868>
- Teixeira, M., Tao, W., Fernandes, A., Faria, A., Ferreira, I. M., Freitas, V. de, Mateus, N., & Oliveira, H. (2023). *Flores comestibles ricas en antocianinas: comprensión actual de una posible nueva tendencia en los patrones dietéticos*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224423002200?via%3Dihub>
- Verdesoto García Gabriel Omar. (2021). Beneficios de la Moringa (Moringa oleífera) como planta medicinal. *Universidad Técnica de Babahoyo*.
- Vukosavljev, M., Stranjanac, I., van Dongen, B. W. P., Voorrips, R. E., Miric, M., Tanjga, B. B., Arens, P., & Smulders, M. J. M. (2023). A novel source of food – garden rose petals. *Acta Horticulturae*, 1362, 165–171. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2023.1362.22>
- Willdenow, C. L. (2024). *Abutilon grandifolium (Willd.) Sweet Abutilo , malva del monte , hairy*. 1–8.

- Wu, X. fei, Zhang, M., & Li, Z. (2019). Influence of infrared drying on the drying kinetics, bioactive compounds and flavor of *Cordyceps militaris*. *Lwt*, 111(September 2018), 790–798. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.05.108>
- Zambrano, T. (2022). Caracterización nutricional y aromática de flores comestibles de liliáceas. *Universidad Politécnica de Valencia*, 1–173. <https://riunet.upv.es/handle/10251/192262#:~:text=Caracterización nutricional y aromática de flores comestibles de,identificador para citar o enlazar este ítem%3A http%3A%2F%2Fhdl.handle.net%2F10251%2F192262>
- Zumárraga, V. M. (2020). Evaluación del tiempo y temperatura de infusión en la concentración de taninos en una bebida a base de lavanda (*Lavandula angustifolia*). *Udla*.

Capacidad antioxidante de fresas (*Fragaria* × *ananassa* Duch. cv. Albión) cultivadas en sistemas convencional e hidropónico

*Antioxidant Capacity of Strawberries (*Fragaria* × *ananassa* Duch, Cv. Albion) Grown in Conventional and Hydroponic*

<https://doi.org/10.47286/10.47286/01211463.622>

Susana Escobar Urrego¹

María Isabel Sosa Jaramillo¹

Isabel Cristina Zapata-Vahos² 

Ana María Aristizábal Montoya³ 

Cómo citar en APA: Escobar Urrego, S., Sosa Jaramillo, M. I., Zapata Vahos, I. C., & Aristizábal, A. (2025). Capacidad antioxidante de fresas (*Fragaria* × *ananassa* Duch. cv. Albión) cultivadas en sistemas convencional e hidropónico. *Revista Universidad Católica De Oriente*, 35(54), 60 - 74. <https://doi.org/10.47286/01211463.622>

Fecha de recepción: 29-08-2024 / Fecha de aceptación: 09-10-2024

1 Semillerista, estudiante de Nutrición y Dietética de la Universidad Católica de Oriente

2 Ingeniera Química. Doctora en Biotecnología. Coordinadora del grupo de investigación Atención Primaria en Salud (APS), Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Católica de Oriente. <https://orcid.org/0000-0002-1679-0153>

3 Ingeniera de Alimentos. Magíster en Innovación Alimentaria y Nutrición. Coordinadora del semillero Alimentación y Nutrición Humana (A&NH), facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Católica de Oriente. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1055-0762>.

Dirección de correspondencia: aaaristizabal@uco.edu.co

Resumen

La fresa es uno de los productos más rentables en la categoría de frutas en el entorno colombiano que goza de la aceptación de los consumidores por sus características sensoriales y aporte nutricional. Se cultiva de manera convencional y, en los últimos años, se han propiciado cultivos hidropónicos como una alternativa de mejor calidad para el consumidor. Esta investigación pretendió indagar acerca las características fisicoquímicas y el potencial antioxidante de los frutos comercializados en el mercado de acuerdo con el estado de maduración y el método de producción, convencional o hidropónico. Las pruebas fisicoquímicas comprendieron la medición de pH, de sólidos solubles totales (SST), de peso y de diámetro de los frutos. Para la cuantificación de metabolitos secundarios se realizó el análisis de fenoles totales, así como para determinar la capacidad antioxidante se realizaron las pruebas de FRAP, DPPH y ABTS mediante dos muestreos en frutos provenientes de ambos cultivos en tres estados de madurez de consumo. Las pruebas se realizaron por triplicado. El análisis de fisicoquímicos mostró diferencias estadísticamente significativas para las variables estudiadas. Con relación a los fenoles totales y capacidad antioxidante, se encontró que hay una mayor concentración de los componentes bioactivos en los frutos con mayor grado de maduración independiente del tipo de cultivo de procedencia. Los aportes de compuestos bioactivos como los fenoles contenidos en las fresas presentan un potencial beneficio para la salud por su capacidad antioxidante. Los frutos provenientes del cultivo hidropónico contribuyen a la reducción del impacto ambiental en comparación con otros tipos de cultivos, gracias al bajo uso de sustancias químicas. Esto resulta beneficioso tanto para la salud humana como para el medio ambiente, permitiendo una producción más eficiente y sostenible en términos de recursos.

Palabras clave

Fresas, Capacidad antioxidante, Cultivo hidropónico, Cultivo convencional, *Fragaria x ananassa* Duch, Cv. Albión.

Abstract

Strawberries are one of the most profitable products in the fruit category in the Colombian environment, enjoying consumer acceptance due to their sensory characteristics and nutritional value. They are conventionally grown, and in recent years, hydroponic farming has been promoted as a higher-quality alternative for consumers. This research aimed to investigate the physicochemical characteristics and antioxidant potential of fruits marketed in the market, based on their ripeness and production method (conventional or hydroponic). The physicochemical tests included measuring pH, total soluble solids (TSS), weight, and diameter of the fruits. To quantify secondary metabolites, the analysis of total phenols was carried out, and antioxidant capacity was determined through the FRAP, DPPH, and ABTS tests, using two samples of fruits from both cultivation methods in three stages of consumption ripeness. The tests were performed in

triplicate. The physicochemical analysis showed statistically significant differences for the studied variables. Regarding total phenols and antioxidant capacity, it was found that there is a higher concentration of bioactive components in fruits with a higher degree of ripeness, regardless of the cultivation type. The contribution of bioactive compounds such as phenols in strawberries presents a potential health benefit due to their antioxidant capacity. Fruits from hydroponic cultivation contribute to reducing environmental impact compared to other types of cultivation, due to the low use of chemicals. This is beneficial both for human health and the environment, allowing for more efficient and sustainable production in terms of resources.

Keywords

Strawberries, antioxidant capacity, hydroponic cultivation, conventional cultivation.

Introducción

A nivel mundial, la producción de fresa asciende a 4,8 millones de toneladas, siendo China, Estados Unidos y Turquía los principales productores. En Colombia se produce este fruto durante todo el año. Entre el año 2015 y 2020 los cultivos de fresas aumentaron un 59 %. Los principales departamentos productores de fresa fueron Cundinamarca, Antioquia y Norte de Santander, con 73 %, 12 % y 6 % de los cultivos respectivamente, según el informe realizado por MinAgricultura en el 2021.

La fresa pertenece al género *fragaria* y a la familia *Rosaceae*; es una planta perenne (Ladino rojas, 2022), lo que significa que puede vivir varios años y florecer en diversas temporadas, esta característica le permite producir frutos en diferentes momentos del año, dependiendo de las condiciones ambientales y del cuidado que reciba. Cuenta con una amplia variedad de frutos, clasificándose en grupos de día corto, día neutro o día largo según las horas de luz, lo que da lugar a variedades como camarosa, ventana, camino real, palomar, Albión, San Andreas, Monterrey y portola, cada una con distintas características morfológicas, bioquímicas y organolépticas (CCB, 2015).

Los costes de producción a nivel de establecimiento y sostenimiento de la primera cosecha ascienden a 85 millones de pesos para un rendimiento de 36,45 toneladas por hectárea. Su cultivo se realiza en suelos ligeramente ácidos, sueltos, aireados y bien drenados, para evitar la limitación radicular. La raíz es sensible a la salinidad, representando pérdidas de hasta el 50 % en el rendimiento. I, el área cultivada, cambio climático, nutrición de la planta y características nutricionales, entre otros factores (Khan et al., 2020). Dentro de las propiedades nutricionales con que cuenta la fresa, se encuentra su potencial antioxidante, dado por el contenido de metabolitos secundarios tales como fenoles, antocianinas, entre otros (Panico et al., 2009). Esta capacidad antioxidante puede cambiar por la variedad de la fresa o por el tipo de cultivo (Domínguez, 2015).

En las frutas el contenido de antioxidantes tiene un papel importante en la prevención de enfermedades crónicas que pueden ser causadas por el daño oxidativo, el cual puede desencadenar enfermedades degenerativas, cardiovasculares y algunos tipos de cáncer (López do Campo, 2017). Por todo lo anterior, el propósito de esta investigación consistió en evaluar

las características fisicoquímicas y capacidad antioxidante de fresas (*Fragaria x ananassa Duch.* Cv Albión) producidas mediante sistemas de agricultura convencional e hidropónica de acuerdo con su estado de maduración.

Metodología

Recolección de muestra

Las muestras de fresas (*Fragaria x ananassa Duch.* Cv. Albión), tanto de cultivo convencional como hidropónico, fueron compradas directamente a los productores que las comercializan en el mercado local para garantizar la misma variedad y sistemas de cultivo. Se seleccionaron los frutos para garantizar que no presentaran deterioro; se clasificaron en 3 estados de maduración (M1, M2 y M3). Posteriormente se evaluaron sus propiedades fisicoquímicas y la capacidad antioxidante de los frutos, como se ve en la figura 1.

A partir, de la comparación con la tabla de color propuesta por la NTC 6284, donde uno (1) es fruto pálido (blanco-verdoso) con mínimo rojo, hasta seis (6), donde el fruto tiene un rojo intenso brillante uniforme, lo anterior mediante un consenso entre los analistas tras una inspección sensorial. Para la investigación, M1 corresponde con un estado de maduración 4, M2 igual a 5 y M3 igual a 6, según el referente de la norma técnica.

Figura 1. Frutos analizados clasificados por grado de madurez



Nota. M1 corresponde al estado de maduración 4; M2 al 5 y M3 al 6, según la norma técnica.

Análisis fisicoquímico de las muestras

Los frutos de fresas adquiridos en el mercado local provenientes de los sistemas de cultivo convencional e hidropónico fueron evaluados en las características fisicoquímicas de maduración, peso de los frutos, diámetro, pH, sólidos solubles (SST), los cuales se detallan a continuación.

Para la determinación del peso de los frutos se empleó una balanza electrónica digital calibrada y tarada en el momento de la toma del dato, esta variable se estableció con la fresa completa que incluía el pedúnculo en el fruto (NTC 4103, 1997).

El establecimiento del diámetro de los frutos se realizó mediante la medición del calibre empleando un pie de rey, midiendo el diámetro máximo más cercano al cáliz por fruto. Esta medida fue tomada por cada analista y se promedió el resultado (NTC 4103, 1997).

Para la determinación del pH de las fresas, se empleó un pH-metro digital previamente calibrado. Se sumergió el electrodo de vidrio en el macerado del fruto y se registró el valor una vez que la lectura del equipo se estabilizó. Posteriormente, se ingresó este dato en la base de datos para su análisis posterior. Para determinar el contenido de sólidos solubles totales (SST) o grados Brix (°Brix) se empleó el refractómetro digital al depositar una gota del macerado de las fresas, luego se realizó la lectura y registró en la base de datos para el análisis.

Tratamiento de los frutos y extracción para análisis

Para la preparación del extracto de fresas frescas se utilizaron dos (2) gramos de fresa por cada estado de maduración, se homogeniza con 25 mL de etanol acidificado con ácido clorhídrico al 1 % en una batidora por 1 minuto, posteriormente se filtró por medio de un filtro Whatman (#597 de Schleicher & Schuell).

Cuantificación de metabolitos secundarios

Fenoles totales. Se realizó mediante el método colorimétrico de Folin-Ciocalteu (Singleton et al., 1999). El compuesto de Folin está elaborado por una mezcla de ácido fosfotúngstico y ácido fosfomolibdico, la cual se reduce por la oxidación de los fenoles en una mezcla de óxidos azules de tungsteno y de molibdeno, dando lugar a una coloración azul. Esta posee un máximo de absorción a 765 nm y se cuantifica por espectrometría en base a una curva patrón utilizando ácido gálico (García et al., 2015).

Capacidad Antioxidante

Método del radical catiónico ABTS•+. Este método mide la actividad antioxidante basado en la cuantificación de la decoloración del radical ABTS•+. El radical preformado de 2,29-azinobis-(ácido 3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico) (ABTS•+) es un mono catión que absorbe a una longitud de onda de 734 nm y se genera mediante oxidación de ABTS con persulfato de potasio (Re et al., 1999), realizando una curva patrón a partir de TROLOX. Se emplearán 10 µL del extracto y 990 µL de la solución del radical ABTS•+.

Método del catión radical α -adifenil- β -picrilhidrazilo (DPPH•). Para la decoloración del catión radical, de acuerdo con el modelo de Brand-Williams, con adaptaciones, se determinó la capacidad de captar radicales libres de los extractos a partir del grado de decoloración que provocan sus metabolitos a una solución metabólica de DPPH (Brand-Williams et al., 1995). Se realizó una curva patrón a partir de TROLOX y una lectura de la absorbancia a 517 nm de longitud de onda.

FRAP (Ferric Reducing/Antioxidant Power). Para la medición de FRAP (Ferric Reducing/Antioxidant Power), se evalúa el poder reductor de una muestra con base en su capacidad para reducir el hierro férrico (Fe+3), unido al compuesto 2,4,6-tri(2-piridil)-s-triazina (TPTZ) a su forma ferrosa (Fe+2). Este presenta un máximo de absorbancia a una longitud de onda entre 590 nm (Benzie & Strain, 1996). Los resultados de esta técnica se expresan como equivalentes de Ácido ascórbico.

Análisis estadístico

Las muestras fueron analizadas por triplicado, se realizó análisis de estadística descriptiva por medio de medidas de tendencia central y se realizó comparación entre tratamientos a través de un análisis de varianza (ANOVA) de dos vías y una prueba de Tuckey para comparar las diferencias. Los análisis fueron calculados con un nivel de significancia del 95 % ($P < 0,05$), mediante la herramienta estadística Jamovi. Las gráficas fueron realizadas en Microsoft Excel.

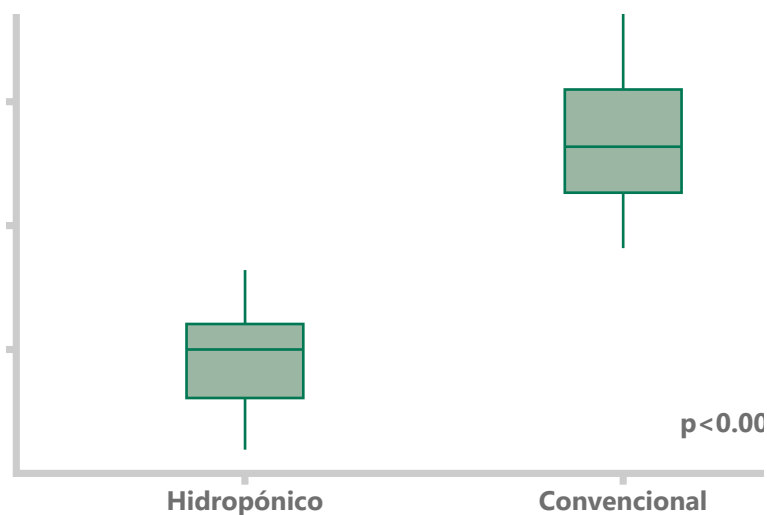
Resultados y discusión

Características fisicoquímicas de los frutos de acuerdo con el cultivo

En general, en el mercado los frutos de fresa se encuentran clasificados mediante la caracterización por variables como el peso y el calibre, dejando de lado parámetros fisicoquímicos como el contenido de sólidos solubles totales, ya que el productor, generalmente no cuenta con los medios para su análisis. No obstante, estas características son un factor clave para determinar la calidad.

Las variables del análisis fisicoquímico de las fresas por cada tipo de cultivo respecto a los parámetros peso, diámetro, grado de madurez, pH, sólidos solubles – SST (°Brix) se midieron bajo los parámetros establecidos por la Norma Técnica Colombiana. Los frutos de fresa cultivados bajo el sistema convencional pesaron en promedio 24.8 ± 5.17 g, mientras las fresas del cultivo hidropónico presentaron un peso promedio de 14 ± 2.62 g, como lo muestra la figura 2. Además, se puede observar que se presentan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$) con respecto al peso de los frutos según el tipo de cultivo.

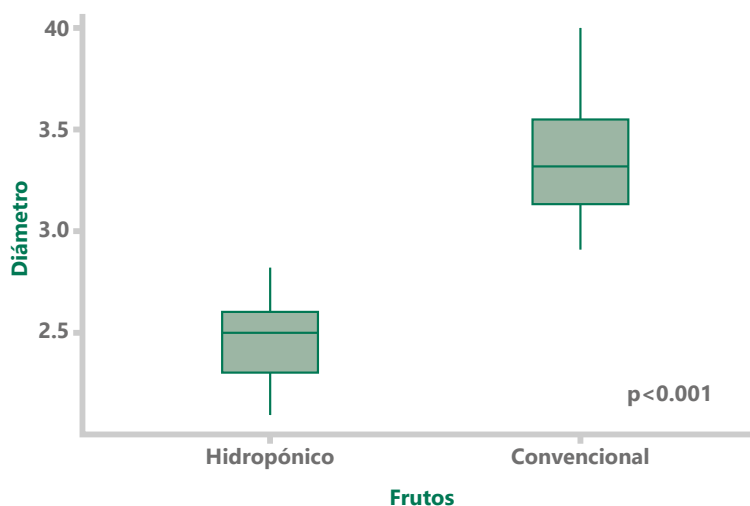
Figura 2. Peso de los frutos de acuerdo con el cultivo de estudio



Nota. Elaboración propia.

Se encontró de igual manera que el tamaño de las fresas según el cultivo es variable, pasando de 2.47 ± 0.22 cm en los frutos del cultivo hidropónico a $3.37 \pm 0,32$ cm en los frutos del cultivo convencional, como se evidencia en la figura 3, donde se muestran diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$) para el diámetro del fruto de fresa respecto al tipo de cultivo del cual se produce.

Figura 3. Diámetro de los frutos de acuerdo con el cultivo de estudio



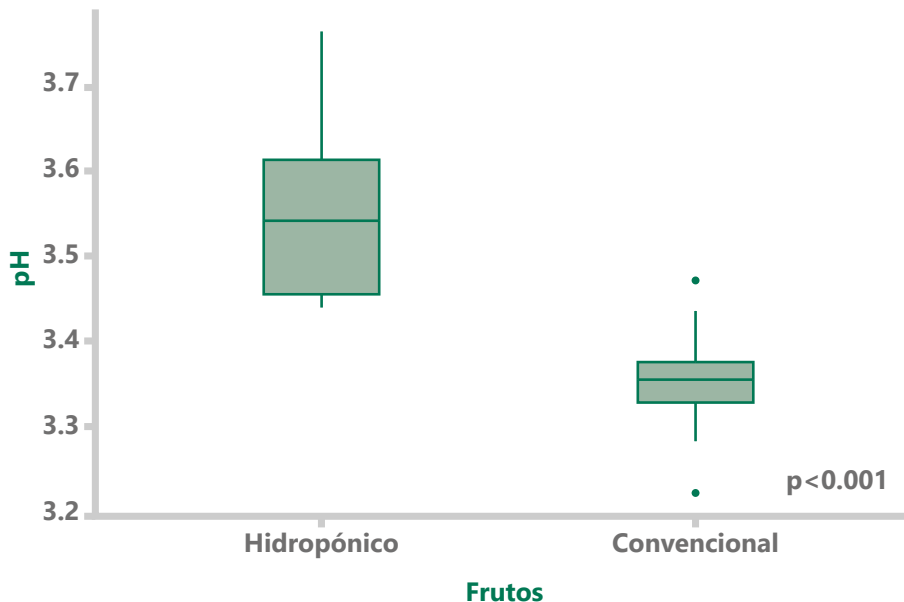
Nota. Elaboración propia.

Según la literatura, se menciona que los frutos cultivados bajo un sistema hidropónico presentan un aumento en el peso y diámetro entre el 1,73 y 2,18 veces en comparación con los frutos cultivados bajo un sistema convencional, esto se debe a que los frutos bajo condiciones hidropónicas tienen mayor absorción de nutrientes (NPK),⁴ lo que las beneficia en términos de crecimiento, fisiología y rendimiento de los frutos (Sahoo et al., 2024).

A pesar de esto, en nuestro estudio se presentó todo lo contrario, ya que los frutos más pequeños en cuanto a peso y diámetro fueron los frutos cultivados bajo un sistema hidropónico. Esto se puede deber a que las fresas obtenidas bajo este sistema de cultivo correspondieron generalmente con la primera cosecha del cultivo. Según la FAO (2003) se menciona que los frutos del inicio de la cosecha es la preparación y acondicionamiento para el mercado, es decir, los primeros frutos tienden a tener un peso y diámetro más pequeño en comparación a los cultivos con mayores cosechas (López, 2003).

El pH de los frutos de fresa cultivados en sistema hidropónico presentó un valor promedio de 3.54 ± 0.09 ; mientras que los frutos del cultivo convencional fueron de 3.36 ± 0.05 , como se observa en la figura 4. En este análisis no se presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.041$) para esta variable en los frutos independiente del tipo de cultivo del cual se obtengan.

Figura 4. pH de los frutos según tipo de cultivo



Nota. Elaboración propia.

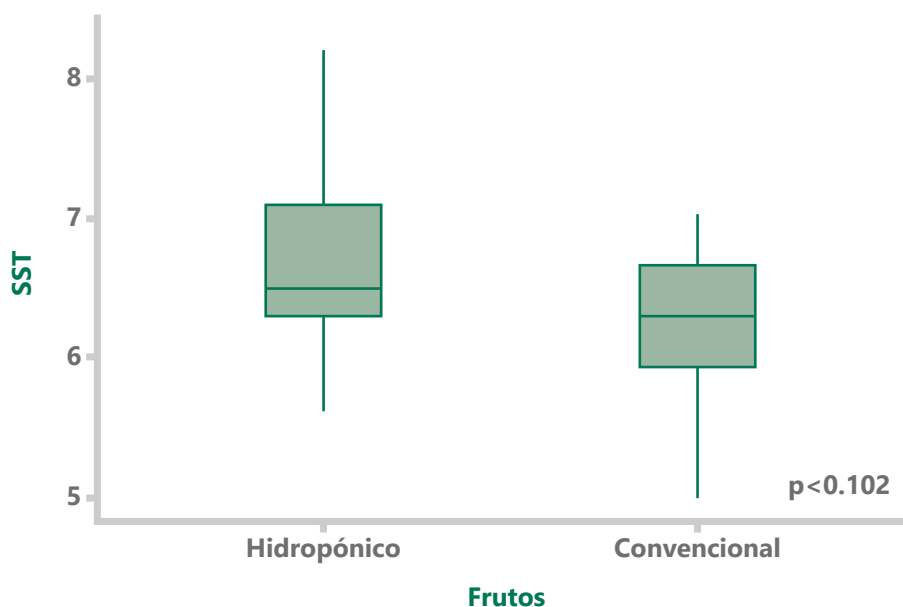
⁴ Nitrógeno, fósforo y potasio.

Los resultados encontrados en esta investigación se pueden comparar con los resultados obtenidos por (Ornelas-Paz et al., 2013), donde se evaluaron las características fisicoquímicas de diferentes cultivares de las fresas entre ellas *Fragaria x ananassa Duch, Cv. Albión*, la cual presentaba un pH de 3,5, rangos muy similares a los presentados en esta investigación.

Esto permite identificar que dichos resultados no se ven afectados por el tipo de cultivo del que proceden ya que no se encuentran diferencias significas en este aspecto. Esto se debe a que ambos cultivos manejan rangos de control de pH muy similares: en el caso de los cultivos hidropónicos el pH de la solución nutritiva tiene rangos que oscilan entre 5,5 – 7,0 con el objetivo de brindar una adecuada absorción de nutrientes a la planta (Gilsanz, 2007); de igual manera sucede con el cultivo convencional utilizan rangos entre 6,0 – 7,0 (Chiqui Chiqui & Lema Cumbe, 2010).

Con respecto al contenido de sólidos solubles totales (SST), en los frutos de fresa provenientes de cultivos hidropónicos este osciló entre 5.6 y 8.2 grados Brix, mientras que en los frutos convencionales entre 5.0 y 7.6 grados. Así se puede apreciarse en la Figura 5, donde se observa que no hay diferencias significativas para los frutos de fresa cultivados bajo los dos sistemas productivos (P mayor 0).

Figura 5. Sólidos solubles totales de los frutos de acuerdo con el tipo de cultivo estudiado



Nota. Elaboración propia.

En el estudio de Ornelas-Paz et al. (2013) se evaluó la cantidad de solidos solubles que contenían las fresas *Fragaria x ananassa Duch, Cv. Albión*, donde se encontraron similitudes con los resultados de este estudio, independientemente del cultivo del que provengan, ya que la cantidad de solidos solubles totales osciló entre 6,6 – 8,4. Estos resultados se deben a que, a

medida que avanza su estado de maduración, mayor cantidad de sólidos solubles totales va a contener (Ornelas-Paz et al., 2013). Los frutos de fresa contienen azúcares como compuestos solubles como fructosa, glucosa y sacarosa, los cuales determinan los grados Brix, de ahí proviene el sabor dulce percibido de las fresas. (Martínez-Bolaños et al., 2008)

Contenido en compuestos fenólicos totales

Al analizar el contenido de fenoles totales de los distintos tipos de cultivo y el estado de maduración de la fresa, se encontró que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los tipos de cultivo ($P= 0.768$). A pesar de esto se encontró mayor tendencia de contenido de fenoles totales en el cultivo convencional a comparación del cultivo hidropónico. Asimismo, se presentaron diferencias estadísticamente significativas por el estado de maduración ($P= <0.001$), siendo las muestras del cultivo convencional las que presentaron mayor estado de maduración, también presentaron mayor contenido de fenoles, expresado como equivalentes de ácido gálico por cada 100 g de muestra (M3) ($345,5 \pm 50$ mg eq A gálico/100 g), al igual que en el cultivo hidropónico ($301,5 \pm 50$ mg eq A gálico/100g) Tabla 1.

Tabla 1. Contenido fenólico total, DPPH, FRAP y ABTS en diferentes estados de maduración de un cultivo convencional e hidropónico

Tipo de cultivo	Estado de maduración	mg A gálico/100g	DPPH TEAC (mmol Trolox/100g fruta fresca)	ABTS TEAC (mmol Trolox/100g fruta fresca)	(mg ácido ascórbico/100g fruta fresca)
Hidropónico	M1	286.88 ± 34.9^a	0.435 ± 0.075^a	1.838 ± 0.61^a	225.20 ± 62.2^a
	M2	295.848 ± 24.5^a	0.438 ± 0.056^b	1.724 ± 0.30^b	203.44 ± 61.4^b
	M3	301.55 ± 50^b	0.460 ± 0.058^c	1.758 ± 0.312^c	195.19 ± 56.3^c
Convencional	M1	263.06 ± 34.9^a	0.322 ± 0.075^a	1.852 ± 0.61^a	174.92 ± 62.2^a
	M2	276.17 ± 24.5^a	0.352 ± 0.056^b	1.565 ± 0.30^b	172.87 ± 61.4^b
	M3	345.51 ± 50^b	0.366 ± 0.058^c	1.987 ± 0.312^c	227.33 ± 56.3^c

Nota. Elaboración propia.

Los resultados obtenidos en este trabajo son comparables a los observados por López do Campo (2017), en el que se encontró mayor cantidad de fenoles totales en fresas frescas del cultivo convencional en comparación a las fresas del cultivo hidropónico. De igual manera según en el estudio de Copetti et al. (2012), se encuentran valores muy similares de acuerdo a su contenido de fenoles totales en el cultivo hidropónico, donde tienden a tener menor cantidad de estos, identificando una similitud con los valores obtenidos en esta investigación.

Esto permite entender que resulta ser más beneficioso para la salud elegir frutos con mayor estado de madurez, provenientes del cultivo convencional (estos son los que presentan mayor

valor ($345,5 \pm 50$ mg eq A gálico/100 g) pero sin diferencias significativas). Esto se debe a que este fruto, al ser un alimento que ofrece compuestos bioactivos como fenoles y colorantes naturales (antocianinas y carotenoides), así como vitaminas (ácido ascórbico) y minerales con propiedades antioxidantes (Skrovankova et al., 2015), ayuda en la reducción de la incidencia de enfermedades cardiovasculares y mejora la función endotelial vascular (Castellanos et al., 2020).

Contenido de DPPH

En los resultados obtenidos mediante el ensayo con DPPH no se evidenciaron diferencias significativas entre los estados de maduración ($p= 0,085$); tampoco entre los tipos de cultivo. En ese sentido, el cultivo hidropónico es el que presenta la mayor capacidad atrapadora de radicales libres (DPPH) ($0,44$ mmol Trolox /100g fruta fresca) en comparación con el cultivo convencional ($0,34$ mmol Trolox /100g fruta fresca) (Tabla 1).

Los resultados obtenidos son comparables con los encontrados en la bibliografía (López do Campo, 2017) donde se evaluó el contenido de DPPH de las fresas tradicionales frescas, con fresas provenientes del cultivo convencional de este estudio. A pesar de esto, en el estudio se encontró que las fresas hidropónicas presentan mayor cantidad de DPPH, lo cual permite identificar que las fresas obtenidas bajo el cultivo hidropónico presentan mayor capacidad antioxidante que las obtenidas bajo el cultivo convencional.

Al contener mayor capacidad atrapadora de radicales libres se convierte en un alimento con una adecuada protección antioxidante que es capaz de neutralizar la acción oxidante de los radicales libres, protegiendo de esta manera daños a nivel de moléculas, membranas y tejidos que pueden ser causados por el exceso de radicales libres en el cuerpo, producidos mayormente por contaminantes externos como el humo de los cigarrillos y contaminación de la atmosfera (Rioja et al, 2018).

Contenido de ABTS

Los resultados obtenidos para la capacidad atrapadora del radical ABTS en fresas de cultivo hidropónicas y convencionales no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los tipos de cultivo ($P=0.848$), de igual manera no se presentaron diferencias estadísticamente significativas por el estado de maduración ($P= 0,238$). Sin embargo, se evidencia una ligera diferencia por el estado maduración donde M1 presentó un resultado mayor a comparación del M2 y M3 de ambos cultivos; En el cultivo convencional se presentó un valor mayor ($1,98 \pm 0,312$ mmol Trolox /100g) de la capacidad atrapadora del radical ABTS y al igual la misma muestra (M1) en el cultivo hidropónico ($1,83 \pm 0,611$ mmol Trolox /100g) (Tabla 1).

La capacidad atrapadora del radical de las fresas tiene valores similares a los presentados en el estudio de Gaviria et al. (2012) donde se evalúa el contenido de ABTS del mortiño por su estado de maduración, el cual tiene similitud con las fresas con respecto al desarrollo de sus frutos y a su familia (*Rosaceae*). En nuestro caso se evidenció que en el ensayo de ABTS hubo un incremento significativo en las muestras con menor estado de maduración (M1), lo que nos permite asociar estos resultados con la capacidad de radicales libres que contienen los cultivos

de fresas evaluados en este trabajo, convirtiéndose en un factor importante en la prevención de enfermedades cardiovasculares.

Contenido de FRAP

En la tabla 1 se muestran los resultados del análisis de la capacidad reductora mediante la técnica de FRAP (capacidad reductora de hierro, por sus siglas en inglés). No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los dos tipos de cultivos ($p= 0,269$), ni tampoco en los estados de maduración ($p= 0,585$). Se presenta mayor capacidad antioxidante FRAP en el estado de maduración M1 ($227,33 \pm 56,3$ mg ácido ascórbico/100 g) del cultivo convencional y en el cultivo hidropónico las muestras M1 ($225,20 \pm 62,2$ mg ácido ascórbico/100 mg).

También se puede observar que la M2 ($172 \pm 61,4$ mg ácido ascórbico/100g) del cultivo convencional presenta menor capacidad reductora FRAP, en comparación con el mismo estado de maduración del cultivo hidropónico.

En el estudio de Pineli et al. (2011), la capacidad reductora de las fresas, independiente del cultivo que provengan y la variedad de fresa, presentan valores muy similares a los encontrados en este estudio, donde se ve refleja mayor contenido de FRAP en las primeras etapas de maduración (M1) y menor capacidad reductora según aumenta su estado de maduración, similar a los resultados presentados en este estudio.

En ese sentido, al tener un mayor valor de FRAP (capacidad reductora), se relaciona con una mayor protección a procesos inflamatorios en los sistemas del cuerpo humano, ya que al tener un alto valor en el contenido de sustancias capaces de reducir el ion férrico al estado ferroso tiene impacto en las defensas antioxidantes (Mercado-Mercado et al., 2013).

El presente estudio muestra que el contenido de metabolitos secundarios, como los fenoles, flavonoides, antocianinas que tienen las fresas u otro tipo de alimento (fruta o verdura) se ve expresado en el potencial antioxidante medido por FRAP (capacidad reductora de hierro), ABTS y DPPH. Esto a su vez trae beneficios a la salud como la prevención de enfermedades neurodegenerativas; también regula la absorción y el metabolismo del hierro celular y ayuda a mantener el funcionamiento de varios mecanismos del sistema nervioso central (G. Martínez & López, 2015), lo que nos permite relacionar que un mayor consumo de alimentos ricos en antioxidantes contribuye con la disminución de los efectos secundarios del estrés oxidativo y enlentece el avance de las enfermedades (Sienes Bailo et al., 2022)

De acuerdo con el estudio presentado por Martínez et al. (2023) las fresas poseen gran cantidad de ácido ascórbico, el cual mejora la absorción del hierro no hemo en el intestino y puede regular la absorción y el metabolismo del hierro celular (Tulipani et al., 2011).

Conclusiones

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en las características fisicoquímicas como el peso y el tamaño de los frutos de fresas provenientes de cultivos convencionales e hidropónicos,

presentando mayores valores los frutos convencionales. Para las muestras provenientes de los dos tipos de cultivo se encontraron estadios de madurez organoléptica aceptable.

El grado de maduración de las fresas (*Fragaria* × *ananassa Duch. Cv Albión*), independientemente del tipo de cultivo de procedencia presenta variabilidad en su contenido fenólico y actividad antioxidante entre los frutos menos maduros (M1 y M2), con respecto a los más maduros (M3), donde se atribuyen mayor actividad antioxidante en las pruebas de DPPH, ABTS y contenido fenólico total.

Agradecimiento

La ejecución de este proyecto de investigación de menor cuantía fue posible gracias a la financiación del Sistema de Investigación, Desarrollo e Innovación (SIDi) de la Universidad Católica de Oriente.

Agradecemos el compromiso y apoyo de las estudiantes de la pasantía Delfín XXVIII Verano de la Investigación Científica y Tecnológica del pacífico Daniela Méndez Hernández, América Paola Almazán Almazán y Ana Laritza Reyes Molina, quienes participaron de la construcción del protocolo para el análisis de la capacidad antioxidante de fresas (*fragaria x ananassa duch.*) producidas mediante sistemas de agricultura convencional e hidropónica y a la docente Isabel Cristina Zapata Vahos líder del grupo de investigación Atención Primaria en Salud-APS que enseña las técnicas, manejo de equipo y análisis de la información con su conocimiento, tiempo y dedicación.

De igual manera reconocemos la contribución de los investigadores del Semillero de Alimentación y Nutrición Humana (A&NH) vinculados al proyecto y en especial a Santiago Ospina Calle, quien ayudo en la formulación y sustentación de la propuesta en la convocatoria, y la docente Coordinadora del Semillero, quien contribuyó a la ejecución y terminación de esta investigación.

Referencias

- Benzie, I. F. F., & Strain, J. J. (1996). The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of "Antioxidant Power": The FRAP Assay. *Analytical Biochemistry*, 239(1), 70–76. <https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292>
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28(1), 25–30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)
- Castellanos, L., Baldovino, A., Céspedes, N., & Rivera, X. (2020). Biopreparados para el control de enfermedades foliares de fresa, Pamplona, Colombia, aun una solución parcial Biopreparations for the control of strawberry leaf diseases, Pamplona, Colombia, even a partial solution This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License. *Jonnpr*, 5(9), 933–951. <https://doi.org/10.19230/jonnpr.3419>
- CCB (2015). Manual fresa. Programa de apoyo agrícola y agroindustrial vicepresidencia de fortalecimiento empresarial cámara de comercio de Bogotá. Cámara de Comercio de Bogotá. <https://bibliotecadigital.ccb.org.co/handle/11520/14312>

- Chiqui Chiqui, F. A., & Lema Cumbe, M. L. (2010). Evaluación del rendimiento en el cultivo de fresa (*Fragaria* sp) variedad oso grande, bajo invernadero mediante dos tipos de fertilización (orgánica y química) en la parroquia Octavio Cordero Palacio, Cantón Cuenca. *Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca Facultad*, 108. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/4745>
- Copetti, C., Borges, G. S., Barcelos-Oliveira, J. L., Gonzaga, L. V, Fett, R., Bertoldi A Epagri, F. C., & Brazil, I. (2012.). Antioxidant Activity and Productivity of Different Strawberry Cultivars (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) Produced in a Hydroponic System. cultivo de fresa. *Acta Horticulturae*, 947.
- Domínguez, P. Domínguez, M.T. Ariza, J.J. Medina, L. Miranda, E. Martínez-Ferri, J.A. GómezMora y Soria, C. (2015). Características organolépticas y contenido en compuestos bioactivos de diez variedades de fresas. *Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA)*.
- García, E., Fernández, I., & Fuentes, A. (2015). Determinación de polifenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu. *Etsiamn*. <https://riunet.upv.es/handle/10251/52056>
- Gaviria, C., Hernández, J. D., Lobo, M., Medina, C. I., & Rojano, B. (2012). Cambios en la Actividad Antioxidante en Frutos de Mortiño (*Vaccinium meridionale* Sw.) durante su Desarrollo y Maduración. *Revista Universidad Nacional Facultad Agronomía Medellín*, 65(1), 6487–6495.
- Gilsanz, J. C. (2007). Hidroponía. Programa Nacional de Producción Hortícola Est. Expt. Las Brujas. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/forraje_hidropnico/07-hidroponia.pdf
- Hernández-Martínez, N. R., Blanchard, C., Wells, D., & Salazar-Gutiérrez, M. R. (2023). Current state and future perspectives of commercial strawberry production: A review. In *Scientia Horticulturae* (Vol. 312). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.111893>
- Khan, S., Purohit, A., & Vadsaria, N. (2020). Hydroponics: current and future state of the art in farming. In *Journal of Plant Nutrition* (Vol. 44, Issue 10, pp. 1515–1538). Bellwether Publishing, Ltd. <https://doi.org/10.1080/01904167.2020.1860217>
- Lopez, A. f. (2003). Manual para la preparacion y venta de frutas y hortalizas. *Boletín de servicios agrícolas*, 151, 4334. <https://www.fao.org/3/y4893s/y4893s00.htm#Contents>
- López do Campo, J. (2017). *Estudio comparativo de la actividad antioxidante en fresas de cultivos de origen tradicional versus ecológico*. [Trabajo de Fin de Grado]. Universidad da Coruña
- García Martínez, E. M., Fernández Segovia, I., & Fuentes López, A. (2015). Determinación de polifenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu. [Artículo]. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10251/52056>
- Martínez, M. E. P., Achondo, T. de J. R., & Juan Luis Jacobo Cuéllar. (2023). La fresa (*Fragaria X ananassa*): su valor económico y cultural en México e importancia en la producción de antioxidantes. *Nuevas Territorialidades. Gestión de Los Territorios Con Inclusión, Innovación Social y Sostenibilidad*, 2, 181–204. <https://ru.iiec.unam.mx/6130/>
- Martínez-Bolaños, M., Nieto-Angel, D., Téliz-Ortiz, D., Rodríguez-Alcazar, J., Martínez-Damian, M. T., Vaquera-Huerta, H., & Carrillo Mendoza, O. (2008). Comparación cualitativa de fresas (*Fragaria* x *ananassa* Duch.) de cultivares mexicanos y estadounidenses. *Revista Chapingo, Serie Horticultura*, 14(2), 113–119.

- Minagricultura (2021). *Cadena Productiva de la Fresa*. Ministerio de agricultura. <https://sioc.minagricultura.gov.co/Fresa/Documentos/2021-03-31%20Cifras%20Sectoriales.pdf>
- Ornelas-Paz, J. D. J., Yahia, E. M., Ramírez-Bustamante, N., Pérez-Martínez, J. D., Escalante-Minakata, M. D. P., Ibarra-Junquera, V., Acosta-Muñiz, C., Guerrero-Prieto, V., & Ochoa-Reyes, E. (2013). Physical attributes and chemical composition of organic strawberry fruit (*Fragaria* × *ananassa* Duch, Cv. Albion) at six stages of ripening. *Food Chemistry*, *138*(1), 372–381. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.11.006>
- Panico, A. M., Garufi, F., Nitto, S., Di Mauro, R., Longhitano, R. C., Magri, G., Catalfo, A., Serrentino, M. E., & De Guidi, G. (2009). Antioxidant activity and phenolic content of strawberry genotypes from *Fragaria* × *ananassa*. *Pharmaceutical Biology*, *47*(3), 203–208. <https://doi.org/10.1080/13880200802462337>
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, *26*(9–10), 1231–1237. [https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(98\)00315-3](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00315-3)
- Sahoo, S., Sahoo, D., & Sahoo, K. K. (2024). Optimization of an efficient hydroponic cultivation method for high yield of strawberry plant. *South African Journal of Botany*, *167*, 429–440. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2024.02.033>
- Sienes Bailo, P., Llorente Martín, E., Calmarza, P., Montolio Brea, S., Bravo Gómez, A., Pozo Giráldez, A., Sánchez-Pascuala Callau, J. J., Vaquer Santamaría, J. M., Dayaldasani Khialani, A., Cerdá Micó, C., Camps Andreu, J., Sáez Tormo, G., & Fort Gallifa, I. (2022). Implicación del estrés oxidativo en las enfermedades neurodegenerativas y posibles terapias antioxidantes. *Advances in Laboratory Medicine / Avances En Medicina de Laboratorio*, *3*(4), 351–360. <https://doi.org/10.1515/almed-2022-0022>
- Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, *299*, 152–178. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1)
- Skrovankova, S., Sumczynski, D., Mlcek, J., Jurikova, T., & Sochor, J. (2015). Bioactive Compounds and Antioxidant Activity in Different Types of Berries. *International Journal of Molecular Sciences*, *16*(10), 24673–24706. <https://doi.org/10.3390/ijms161024673>
- Tulipani, S., Alvarez-Suarez, J. M., Busco, F., Bompadre, S., Quiles, J. L., Mezzetti, B., & Battino, M. (2011). Strawberry consumption improves plasma antioxidant status and erythrocyte resistance to oxidative haemolysis in humans. *Food Chemistry*, *128*(1), 180–186. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.03.025>

El ayuno intermitente y su relación con los trastornos de la conducta alimentaria según la evidencia científica

Intermittent Fasting and Its Relationship with Eating Disorders According to Scientific Evidence

<https://doi.org/10.47286/10.47286/01211463.623>

Ángela Granados Henao¹
Wendy Yurani Hernández Elejalde¹
Catalina Andrea Machado Ibarra¹
Ana María Aristizábal Montoya² 

Cómo citar en APA: Granados Henao, Ángela, Hernández Elejalde, W. Y., Machado Ibarra, C. A., & Aristizábal, A. (2025). El ayuno intermitente y su relación con los trastornos de la conducta alimentaria según la evidencia científica. *Revista Universidad Católica De Oriente*, 35(54), 75 - 89. <https://doi.org/10.47286/01211463.623>

Fecha de recepción: 29-08-2024 / Fecha de aceptación: 09-10-2024

1 Semillerista, estudiante de Nutrición y Dietética de la Universidad Católica de Oriente.

2 Ingeniera de Alimentos. Magíster en Innovación Alimentaria y Nutrición. Coordinadora del Semillero Alimentación y Nutrición Humana (A&NH), Docente de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Católica de Oriente. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1055-0762>.

Dirección de correspondencia: angela.granados9126@uco.net.co

Resumen

El ayuno intermitente (AI) es una tendencia dietética en la que se alternan los periodos de consumo y abstinencia voluntaria de los alimentos que, si bien se encuentra en auge, aún no se ha estudiado lo suficiente. Por su parte, los trastornos de la conducta alimentaria (TCA) son condiciones que pueden tener un impacto significativo en la salud física y mental de las personas. La presente investigación es una revisión de la literatura científica respecto a las relaciones entre el ayuno intermitente y los trastornos de la conducta alimentaria, partiendo de los resultados encontrados en la base de datos de SCOPUS. Se consolidaron cincuenta y siete (57) artículos académicos, de los cuales treinta (30) se usaron en el análisis bibliométrico con la herramienta VOSViewer. Dicha revisión permitió concluir que existe una relación entre la práctica del ayuno intermitente y la presencia de trastornos de la conducta alimentaria, sin embargo, dadas las limitaciones metodológicas de este estudio, la evidencia encontrada no es suficiente para establecer una relación directa, lo que muestra la necesidad de avanzar en futuras investigaciones más amplias para identificar los factores que determinan el desarrollo de los diversos trastornos de la conducta alimentaria a raíz del ayuno intermitente y sus diferentes métodos.

Palabras clave

Ayuno Intermitente, Trastornos de la conducta alimentaria, Anorexia nerviosa, Bulimia nerviosa.

Abstract

Intermittent fasting (IF) is a dietary trend in which periods of voluntary food consumption and abstinence alternate, which, although fashionable, has not been sufficiently studied. For their part, *eating disorders* (EDs) are conditions that can have a significant impact on the physical and mental health of individuals. The present research is a review of the scientific literature regarding the relationships between *intermittent fasting* and *eating disorders*, based on the results found in the SCOPUS database. Fifty-seven (57) academic articles were consolidated, of which thirty (30) were used in the bibliometric analysis with the VOSViewer tool. This review made it possible to relate the practice of *intermittent fasting* and the presence of *eating disorders*, however, given the methodological limitations of this study and the evidence found is not sufficient to establish a direct relationship, which shows the need to advance in future broader research to identify the factors that determine the development of various *eating disorders* as a result of *intermittent fasting* and its different methods.

Keywords

Intermittent Fasting, Eating disorder, Anorexia nerve, Bulimia nervosa.

Introducción

En las últimas décadas, tanto el ayuno intermitente como los trastornos de la conducta alimentaria han surgido como problemas y tendencias de interés en el área de la salud y de la nutrición (Salazar & Velásquez, 2020). El ayuno intermitente es entendido como un enfoque alimentario que alterna entre periodos de consumo de alimentos y periodos de abstinencia, esta práctica ha ganado atención debido a la atribución de beneficios para la salud metabólica, la pérdida de peso y la longevidad (Horche et al., 2021). Por otro lado, los trastornos de la conducta alimentaria abarcan una amplia gama de condiciones psicológicas y físicas relacionadas con la alimentación que plantean desafíos significativos para la salud mental y el bienestar general de las personas (Armstrong et al., 2024).

Aunque a primera vista puedan parecer conceptos opuestos, el ayuno intermitente y los trastornos de la conducta alimentaria comparten una base común: la relación con los hábitos alimentarios y su impacto en la salud (Pincay-Chóez et al., 2021, Juárez & Peris, 2021). Esta revisión de la literatura tiene como objetivo explorar las interacciones complejas y las posibles conexiones entre el ayuno intermitente y los trastornos de la conducta alimentaria, con el propósito de arrojar luz sobre cómo estas dos áreas se superponen, contrastan o influyen en la salud de las personas (Chavanne & Jacobi, 2023, Markoulli et al., 2023).

Conforme la popularidad del ayuno intermitente continúa en aumento, es crucial comprender sus efectos potenciales en la salud física y en la mental (Canicoba, 2020). Dado que los trastornos de la conducta alimentaria involucran patrones de alimentación desordenados y una relación problemática con la comida, se plantea si la implementación del ayuno intermitente podría implicar en quienes tienen riesgo de desarrollar o que ya experimenten trastornos de la conducta alimentaria (Touyz, 2021).

Además, se plantea la pregunta de si existe relación entre la práctica de ayuno intermitente y los síntomas asociados a los trastornos de la conducta alimentaria de acuerdo con la evidencia científica. Al examinar estudios se encuentran posibles vínculos entre el ayuno intermitente y los trastornos de la conducta alimentaria (Satish Kumar & Kaundinya, 2021), efectos del ayuno intermitente en la percepción de la imagen corporal, la relación con la comida y los riesgos asociados con la adopción de patrones de alimentación restringida (Santana-Choez et al., 2021, Navea-Cuadra et al., 2022). Asimismo, se ha estudiado la aplicación controlada del ayuno intermitente como parte del tratamiento de los trastornos de la conducta alimentaria (Fagundes et al., 2023; Vizthum et al., 2023).

El estudio tiene como objetivo revisar la relación entre el ayuno intermitente y su posible asociación con los síntomas de los trastornos de la conducta alimentaria mediante una revisión exhaustiva de la literatura. Los objetivos específicos incluyen describir los métodos existentes de ayuno intermitente y las recomendaciones en salud establecidas al respecto, identificar los trastornos de la conducta alimentaria y sus síntomas más frecuentes y, por último, identificar posibles conexiones entre ambos conceptos a la luz de la evidencia científica. A través de esta

investigación, se espera obtener una comprensión más completa de la relación entre el ayuno intermitente y los trastornos de la conducta alimentaria, para suministrar información relevante para la formulación de estrategias efectivas de prevención y tratamiento.

Metodología

El propósito de este estudio consistió en examinar y resumir literatura disponible sobre el ayuno intermitente y los trastornos de la conducta alimentaria, con el objetivo de comprender las relaciones, conexiones e implicaciones entre ambos campos. Mediante una revisión bibliográfica para la cual se empleó la base de datos SCOPUS, por su amplia cobertura de revistas académicas en áreas como salud, nutrición, psicología y medicina (Urrego et al., 2018), se ejecutó una búsqueda minuciosa utilizando descriptores específicos como "eating disorders", "anorexia nerve", "bulimia nervosa" y "intermittent fasting", con las cuales se construyó una ecuación de búsqueda figura 1. Una vez encontradas las publicaciones, se revisó al interior del título, palabras clave y resumen, la aparición de los conceptos de ayuno intermitente y trastornos de la conducta alimentaria con el uso operadores booleanos para garantizar que se encuentren de forma simultánea (Carrizo & Moller, 2018; Grijalva et al., 2019).

Figura 1. Ecuación de búsqueda implementada en la base de datos SCOPUS

(TITLE-ABS-KEY ("ayuno intermitente" OR "intermittent fasting") AND TITLE-ABS-KEY ("trastornos alimentarios" OR "Eating

Nota. Elaboración propia.

Sé seleccionaron las publicaciones, que cumplieron los criterios de inclusión; artículos escritos en inglés, publicados en revistas académicas revisadas por pares, que abordaran directamente los temas de interés y brindaran información relevante sobre las interacciones entre dichos conceptos (Hernández et al., 2022; Pellegrini, 2021). Se procedió con una revisión inicial de los títulos y resúmenes de los artículos identificados, seguido de la selección de aquellos pertinentes para un análisis más detallado, se extrajeron datos relevantes, como autores, año de publicación, metodologías empleadas, hallazgos principales y conclusiones. Posteriormente, se llevó a cabo un análisis y síntesis de estos datos con el fin de identificar patrones, tendencias y relaciones emergentes entre los conceptos que fueron estudiados (Espinosa et al., 2020, Green et al., 2006).

Se recopilaron treinta (30) artículos científicos con los cuales se procedió a una revisión de los resultados a través del software *VOSviewer*, para la construcción de una red bibliométrica que permitió la visualización de relación, análisis y exploración de las interacciones complejas y posibles conexiones entre diferentes elementos, como revistas, investigadores o publicaciones individuales, basándose en citas, acoplamiento bibliográfico, co-citas o relaciones de coautoría.

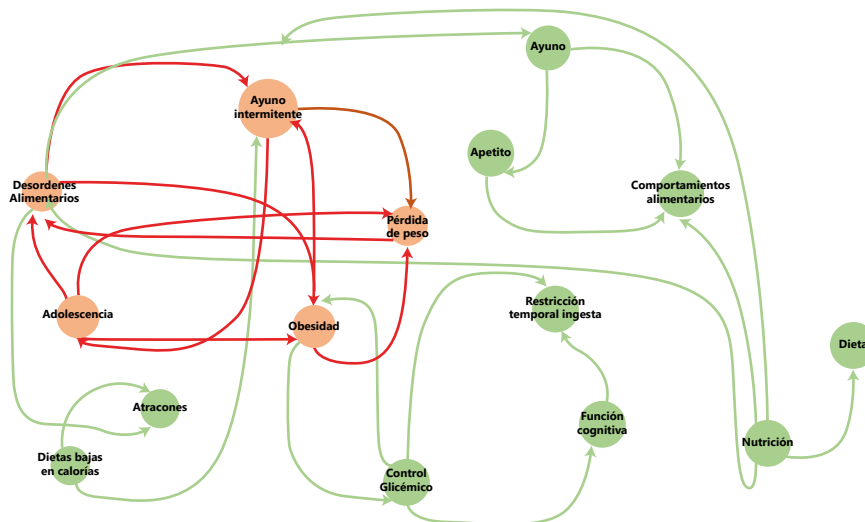
Finalmente se realizó el análisis y la extracción de resultados a partir de las observaciones en las dos fases previas, para la construcción del artículo de revisión siguiendo la metodología de Green et al. (2006), Gülpinar & Güçlü (2013).

Resultados y discusión

Trastornos de la conducta alimentaria con el ayuno intermitente

A partir del objetivo planteado y haciendo uso del software *VOSviewer* se hace una exploración y representación gráfica de las estructuras y relaciones en la literatura científica consultada, útil para identificar patrones de colaboración entre autores, temas clave y comprender las interconexiones entre diferentes conceptos o términos (Íñiguez Guillén, 2023; Vidmar et al., 2021), en la figura 2, puede apreciarse el mapa de correlación de la búsqueda realizada.

Figura 2. Mapa de correlación de conceptos en búsqueda bibliométrica



Nota. Elaborado a partir de *VOSViewer* adaptado en Microsoft Visio.

Obteniendo cinco grupos a partir del relacionamiento de datos desde la perspectiva de co-ocurrencia de palabras clave planteadas por los autores, el mayor de los grupos se centra en el concepto de “ayuno intermitente” y una relación directa con los términos de pérdida de peso, adolescencia, obesidad y fuertemente con desórdenes alimenticios.

El segundo grupo está centrado en el término “control glicémico”, relacionado con los conceptos de función cognitiva, obesidad y la restricción temporal de la ingesta (Barbera-Saz et al., 2020, Cecchini et al., 2022, Navea-Cuadra et al., 2022). También, en un tercer grupo se encuentra centrado en el concepto de ayuno, el cual muestra una relación estrecha con conceptos como desorden alimenticio, apetito y comportamientos alimentarios (Cecchini et al., 2022; Parr et al., 2020).

Así mismo, el cuarto grupo presenta el concepto de atracones o atragantamientos, el cual hace referencia a la ingesta de grandes volúmenes de comida por lo regular asociado a un trastorno alimentario, este grupo relaciona directamente los términos “dieta baja en calorías” y “desorden alimenticio” al tiempo que muestra una fuerte relación con el grupo de ayuno intermitente (Tay et al., 2020).

Finalmente, el quinto grupo se centra en el concepto de dieta, el cual muestra relación directa con los términos de nutrición, desórdenes alimentarios, ayuno intermitente y comportamientos alimentarios.

Los resultados del mapa de correlación de conceptos permiten evidenciar que las investigaciones recopiladas presentan una fuerte relación entre el ayuno intermitente y diferentes trastornos de la conducta alimentaria e incluso este mismo proceso, al parecer, guarda relación con la función cognitiva, lo cual abre una línea de interés de gran potencial (Cabral et al., 2021; de Oliveira et al., 2019; Kaufman et al., 2023).

Esta búsqueda también destaca una tendencia creciente en el número de publicaciones anuales en la temática, como puede evidenciarse en la figura 3, mostrando el interés de los investigadores al respecto a partir del 2016 y que sigue vigente, demostrando la relevancia e importancia de la temática de estudio (Jiménez & Gutiérrez, 2010, Okoli et al., 2019).

Figura 3. Tendencia anual de publicaciones de la temática



Nota. Adaptado del reporte VOSViewer.

Este análisis también permitió identificar que los autores con mayor número de publicaciones en la temática son Cienfuegos, Cordás, y Cuccolo, dejando de manifiesto la pertinencia de revisar los hallazgos y líneas investigativas de estos autores (Carrizo & Moller, 2018, Rodríguez, 2019, Ramirez et al., 2020). De igual manera, se observa que el país con mayor número de publicaciones académicas al respecto es Estados Unidos, el cual encabeza con un interés particular de los investigadores por los fenómenos relacionados con esta temática. Además, se resalta que países

como Australia, Brasil, Canadá, Italia y Reino Unido han publicado también sobre este tema, como puede apreciarse en la figura 4, a continuación:

Figura 4. Tendencia mundial de publicaciones de la temática



Nota. Adaptado del reporte VOSViewer.

De lo anterior es importante hacer énfasis en el hecho de que los aportes de América Latina en este tipo de investigaciones parecen ser incipientes desde la observación de los resultados obtenidos. Esto reafirma la importancia de adelantar este tipo de investigaciones en Colombia.

Métodos de ayuno intermitente

El ayuno intermitente presenta diversas metodologías: el método 16/8, también conocido como protocolo Leangains, implica ayunar durante 16 horas al día y restringir el período de alimentación a 8 horas. Por ejemplo, se puede optar por saltarse el desayuno y comenzar a comer alrededor del mediodía y posteriormente finalizar la ingesta de alimentos a las 8 p. m. (Eikelboom et al., 2022; Fagundes et al., 2023; Schueler et al., 2023).

El ayuno de 24 horas es un método que implica ayunar durante un período completo de 24 horas, una o dos veces por semana. Por ejemplo, se puede optar por no comer desde la cena de un día hasta la cena del día siguiente (Allaf et al., 2021, Cuccolo et al., 2022, Guerrero & Tosat, 2020).

En el método de ayuno 5:2, se come normalmente durante cinco días a la semana y se reduce la ingesta calórica a aproximadamente 500-600 calorías en los otros dos días de la semana. Estos dos días de restricción calórica no tienen que ser consecutivos (Ganson et al., 2022, Lin et al., 2023, Tapajóz Pereira de Sampaio, 2016).

El Ayuno alternativo es un método que implica alternar días de ayuno completo con días de alimentación normal. Por ejemplo, se puede optar por ayunar un día completo y luego comer normalmente al día siguiente, repitiendo este patrón (Granados Vergara & Nieto Pradilla, 2012, Cecchini et al., 2022, Fuentealba R. Claudia & Leiva V. 2020, Vidmar et al., 2021).

El ayuno intermitente es una estrategia alimentaria que ha ganado popularidad en los últimos tiempos, el cual se enfoca en los tiempos de ingesta y no propiamente en los alimentos a ingerir. Así mismo, en algunos de estos métodos, el periodo de ayuno puede incluir el consumo de líquidos sin que estos aporten calorías, como agua, café o té. Sea por creencias, búsqueda de beneficios en la salud o pérdida de peso, la evidencia sugiere que estos métodos requieren el acompañamiento del profesional en nutrición y en especial cuando las personas tienen alguna patología de base o presentan trastornos de la conducta alimentaria.

Trastornos de la conducta alimentaria

Basados en el concepto de trastorno alimenticio como una enfermedad causada por la ansiedad y una preocupación excesiva por el peso corporal y el aspecto físico, la cual, relacionada con la alteración de los hábitos alimenticios comunes, la literatura describe una serie de trastornos identificados en las personas, entre estos destacan:

La anorexia nerviosa se caracteriza por una restricción extrema de la ingesta de alimentos, lo que lleva a una pérdida de peso significativa (Lima, 2018). Las personas con anorexia nerviosa pueden tener una imagen distorsionada de su cuerpo y un miedo intenso a aumentar de peso (Campos del Portillo et al., 2024, Colombarolli et al., 2022, de Oliveira et al., 2019, Íñiguez Guillén, 2023, Ochoa et al., 2006).

La bulimia nerviosa implica episodios recurrentes de atracones de comida seguidos de comportamientos compensatorios como vómitos autoinducidos o uso excesivo de laxantes. Las personas con bulimia nerviosa pueden tener un peso normal o estar ligeramente por encima o por debajo del peso esperado (Guzel-Seydim et al., 2011; Varady et al., 2021; Rayón et al., 2007; Santos et al., 2012).

El trastorno por atracón se caracteriza por episodios recurrentes de ingesta excesiva de alimentos en un corto período de tiempo, acompañados de una sensación de falta de control (Kaufman et al., 2023). A diferencia de la bulimia nerviosa, las personas con trastorno por atracón no realizan comportamientos compensatorios (Graybeal et al., 2022; Varady et al., 2021).

El trastorno por evitación y restricción de la ingesta de alimentos, conocido también como trastorno de alimentación selectiva, se caracteriza por la limitación de la cantidad o el tipo de alimentos que se ingieren, lo que puede llevar a deficiencias nutricionales y problemas de crecimiento y desarrollo (Parr et al., 2020; Vidmar et al., 2021).

En general los trastornos de la conducta alimentaria son un conjunto de enfermedades complejas con consecuencias físicas y mentales graves para quienes las padecen, los cuales están asociados con el relacionamiento con los alimentos, el peso corporal y la imagen física. Los síntomas y efectos sobre la salud varían; en el aspecto físico puede reflejarse en el aumento y/o disminución de peso y problemas digestivos. También se puede desarrollar obsesión por los alimentos, distorsión de la imagen corporal, afectaciones emocionales al presentar ansiedad, depresión, baja autoestima, aislamiento social, incluso desarrollo de comportamientos que ponen en riesgo la salud, como el consumo de laxantes u otros medicamentos y autolesiones.

Síntomas asociados a los trastornos de la conducta alimentaria por las prácticas de ayuno intermitente

Las publicaciones revisadas muestran que las prácticas de ayuno intermitente pueden tener diversos efectos sobre la salud mental y física de una persona, especialmente si se llevan a cabo de manera extrema o prolongada (Armstrong et al., 2024; Chavanne & Jacobi, 2023; Mastrocola, 2023; Moral de la Rubia, 2002).

Una investigación realizada por Cuccolo et al. (2022) analizó a 64 personas que practicaban ayuno intermitente durante cerca de 16 horas al día con el propósito de perder peso, quienes también completaron un cuestionario para evaluar síntomas relacionados con desórdenes alimentarios. Los investigadores pretendían establecer si estas personas tenían más conductas de riesgo en comparación con la norma comunitaria y los puntos de corte del cuestionario. Se encontró que 34.4 % de las personas encuestadas puntuaron por encima de esa línea de corte. Esto indica que un tercio de los individuos que practican el ayuno intermitente durante largos periodos con el objetivo de perder peso, podrían estar en riesgo de desarrollar conductas alimentarias desordenadas. Además, se evidenció que, durante el período de seguimiento varios participantes reportaron conductas tipo purga y de inducción del vómito. Si bien este estudio tiene una muestra limitada y la metodología podría no ser adecuada para establecer conclusiones, sí se insinúa un posible riesgo de recomendar el AI (Cuccolo et al., 2022).

Por otra parte, un estudio realizado por Colombarolli et al. (2022) en el que participaron 853 personas buscaba establecer la relación entre los desórdenes alimenticios y las dietas bajas en carbohidratos combinadas con ayuno de forma intermitente. El 27 % (n=188) de los sujetos reportó estar haciendo dieta baja en carbohidratos en los últimos 3 meses; de estos, el 31 % (n=58) reportó estar practicando el ayuno intermitente. Los investigadores encontraron, fruto de una serie de cuestionarios efectuados, una asociación positiva entre llevar dietas bajas en carbohidratos más ayuno con mayores episodios de atracones. Adicionalmente, encontraron que las personas que realizaban dieta y ayuno informaron mayores síntomas de atracones, restricción cognitiva (proceso de esfuerzo mental aplicado para seguir una dieta) y antojos por alimentos (Colombarolli et al., 2022).

Los posibles síntomas asociados a los trastornos de la conducta alimentaria que pueden surgir a raíz de practicar el ayuno intermitente, de acuerdo con los reportes encontrados, son la obsesión por los alimentos. Esto se debe a que el enfoque constante en el ayuno y la alimentación puede llevar a una obsesión por la comida, donde la persona piensa constantemente en cuándo puede comer y qué alimentos puede consumir durante el período de alimentación; lo cual en condiciones extremas puede representar un trastorno alimenticio (Satish kumar & Kaundinya, 2021; Vizthum et al., 2023). Asimismo, se observan sentimientos de culpa y ansiedad. Esta sintomatología en las personas que practican ayuno intermitente puede generar sentimientos en caso de incumplir el régimen de ayuno antes de lo planeado o en el caso de consumir alimentos considerados "prohibidos" durante el período de alimentación (Gili Graf & Madrid Brito, 2005; Occhionero & García, 2020; Touyz, 2021; Vizthum et al., 2023).

Los cambios en el estado de ánimo, como resultado del ayuno prolongado, pueden afectar el equilibrio químico del cerebro y provocar irritabilidad, ansiedad o depresión (Satish & Kaundinya, 2021, Silverii et al., 2023). Esto guarda relación con síntomas como fatiga y falta de energía, lo que resulta de la restricción calórica asociada con el ayuno intermitente y dificulta el rendimiento en las actividades diarias (Fagundes et al., 2023, Schueler et al., 2023, Tapajóz Pereira de Sampaio, 2016).

Investigaciones recientes han evidenciado casos en los cuales el ayuno intermitente también se asocia con afectaciones en el bienestar general de los pacientes en aspectos como el descanso y el funcionamiento digestivo. Respecto al descanso, algunas personas pueden experimentar dificultades para conciliar el sueño o mantener un sueño reparador debido a la sensación de hambre o al desequilibrio hormonal causado por el ayuno (Eikelboom et al., 2022, Schueler et al., 2023). En algunos casos el ayuno prolongado puede alterar la función digestiva y provocar problemas como estreñimiento, acidez estomacal o malestar gastrointestinal (Allaf et al., 2021; Gili Graf & Madrid Brito, 2005; Eikelboom et al., 2022; Ruales Pauta & Sigcho Garrido, 2023).

Es importante tener en cuenta que los síntomas asociados a los trastornos de la conducta alimentaria pueden variar según la persona y la forma en que se practique el ayuno (Armstrong et al., 2024; Markoulli et al., 2023). No obstante, es importante resaltar que la literatura científica no ha identificado una correlación directa entre el ayuno intermitente y los trastornos de la conducta alimentaria; es responsabilidad de un proceso de estudio clínico riguroso el determinar si la presencia de los mencionados síntomas es posible asociarla al ayuno intermitente realizado (Ganson et al., 2022; Lin et al., 2023; Barranco Ochoa, 2021; Rodríguez, 2019).

Conclusiones

Los diversos estudios científicos analizados en esta investigación, con el objetivo de establecer la existencia o no de una correlación entre la práctica del ayuno intermite y la aparición o exacerbación de los trastornos de la conducta alimentaria, sugieren que existe una asociación entre ambos; sin embargo, no se estableció una relación causal directa entre el ayuno intermitente y los trastornos de la conducta alimentaria.

La práctica del ayuno intermitente, especialmente de manera prolongada y con el propósito de pérdida de peso puede aumentar el riesgo de desarrollar conductas alimentarias desordenadas, como, por ejemplo, obsesión por la comida, sentimientos de culpa, ansiedad, cambios en el estado de ánimo, fatiga, problemas digestivos y alteraciones del sueño. Además, la restricción calórica prolongada generada por la práctica del ayuno intermitente, el enfoque excesivo en los alimentos consumidos y los sentimientos de privación pueden desencadenar o intensificar los síntomas relacionados a los trastornos de la conducta alimentaria.

El ayuno intermitente como práctica puede tener un impacto considerable en la salud mental y física de las personas. De igual manera, los síntomas descritos en estudios como la obsesión por la comida, cambios en el estado de ánimo y problemas digestivo, subrayan la importancia de considerar los posibles riesgos asociados a esta práctica y la importancia del acompañamiento del personal de salud.

Es crucial llevar a cabo investigaciones científicas amplias y detalladas en el ámbito clínico, con el objetivo de identificar los factores y variables que podrían vincular la práctica del ayuno intermitente con el desarrollo de trastornos de la conducta alimentaria. Estas investigaciones permitirían establecer dinámicas claras que expliquen cómo los diferentes modelos de ayuno intermitente adoptados por las personas influyen en la aparición de estos trastornos, proporcionando a la comunidad en general herramientas para su comprensión y prevención.

Referencias

- Allaf, M., Elghazaly, H., Mohamed, O. G., Fareen, M. F. K., Zaman, S., Salmasi, A. M., Tsilidis, K., & Dehghan, A. (2021). Intermittent fasting for the prevention of cardiovascular disease. In *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2021 (1). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD013496.pub2>
- Armstrong, O. J., Neal, E. S., Vidovic, D., Xu, W., & Borges, K. (2024). Transient anticonvulsant effects of time-restricted feeding in the 6-Hz mouse model. *Epilepsy and Behavior*, 151. <https://doi.org/10.1016/j.yebeh.2023.109618>
- Barbera-Saz, C., Bargues-Navarro, G., Bisio-González, M., Riera-García, L., Rubio-Talens, M., & Pérez-Bermejo, M. (2020). El ayuno intermitente: ¿la panacea de la alimentación? intermittent fasting: the panacea of food? in actualización en nutrición. *Actualización en Nutrición* 27(1), 25-32
- Barranco Ochoa, M. L. (2021). Ayuno intermitente y dieta cetogénica en el tratamiento de la obesidad. Universidad de Sevilla. 2–35. <https://idus.us.es/handle/11441/132321>
- Cabral, F., Argento, B., Minnaard, V & Navarrete, M. (2021). Grado de información y hábitos alimentarios pre-intervención y post-intervención en adolescentes. *Repositorio Digital de la Universidad FASTA*. <http://redi.ufasta.edu.ar:8082/jspui/handle/123456789/1635>
- Campos del Portillo, R., Palma, S., Matía, P., Loria, V., Martínez, M., Mories, M., Castro, M., Martín, P., Carrillo, E., Pérez, M., Campos del portillo, I., Sirvent, A., López, P., Monserrat, D & Gutiérrez, F. (2024). Evaluación y tratamiento médico-nutricional en la anorexia nerviosa. *Nutrición hospitalaria*, 41(1-2024), 1-60. <https://dx.doi.org/10.20960/nh.05175>
- Canicoba, M. (2020). Aplicaciones clínicas del ayuno intermitente. *Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo*, 3(2), 87–94. <https://doi.org/10.35454/rncm.v3n2.174>
- Carrizo, D., & Moller, C. (2018). Estructuras metodológicas de revisiones sistemáticas de literatura en Ingeniería de Software: un estudio de mapeo sistemático. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 26, 45–54. <https://doi.org/10.4067/s0718-33052018000500045>
- Cecchini, A. L., Biscetti, F., Rando, M. M., Nardella, E., Pecorini, G., Eraso, L. H., Dimuzio, P. J., Gasbarrini, A., Massetti, M., & Flex, A. (2022). Dietary Risk Factors and Eating Behaviors in Peripheral Arterial Disease (PAD). *International Journal of Molecular Sciences*, 23(18), 1-58. <https://doi.org/10.3390/ijms231810814>
- Chavanne, A., & Jacobi, D. (2023). Precision medicine in endocrinology: Unraveling metabolic health through time-restricted eating. *Annales d'Endocrinologie*, 85(1), 63-69. <https://doi.org/10.1016/j.ando.2023.12.001>

- Colombarolli, M. S., de Oliveira, J., & Cordás, T. A. (2022). Craving for carbs: food craving and disordered eating in low-carb dieters and its association with intermittent fasting. *Eating and Weight Disorders*, 27(8), 3109–3117. <https://doi.org/10.1007/s40519-022-01437-z>
- Cuccolo, K., Kramer, R., Petros, T., & Thoennes, M. (2022). Intermittent fasting implementation and association with eating disorder symptomatology. *Eating Disorders*, 30(5), 471–491 <https://doi.org/10.1080/10640266.2021.1922145>
- de Oliveira, J., Figueredo, L., & Cordás, T. A. (2019). Prevalence of eating disorders risk behavior and “low-carb” diet in university students. *Jornal Brasileiro de Psiquiatria*, 68(4), 183–190. <https://doi.org/10.1590/0047-2085000000245>
- Eikelboom, R., Hewitt, R., & Adams, K. L. (2022). Sucrose solution concentration and the intermittent access induced consumption increase. *Physiology and Behavior*, 243. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2021.113640>
- Fagundes, G. B. P., Tibães, J. R. B., Silva, M. L., Braga, M. M., Silveira, A. L. M., Teixeira, A. L., & Ferreira, A. V. M. (2023). Metabolic and behavioral effects of time-restricted eating in women with overweight or obesity: Preliminary findings from a randomized study. In *Nutrition* (Vol. 107). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2022.111909>
- Fuentealba, R. C., & Leiva Velasco, M. J. (2008). *Obesidad y Trastornos de la conducta alimentaria*. Departamento de Psiquiatría y Salud Mental Sur. Universidad de Chile
- Ganson, K. T., Cuccolo, K., Hallward, L., & Nagata, J. M. (2022). Intermittent fasting: Describing engagement and associations with eating disorder behaviors and psychopathology among Canadian adolescents and young adults. *Eating Behaviors*, 47. <https://doi.org/10.1016/j.eat-beh.2022.101681>
- Guerrero, P., & Tosat Mancho, C. (2020) *Mitos de la alimentación*. Revisión bibliográfica. Universidad de Zaragoza. <https://zaguan.unizar.es/record/96682>
- Gili Graf, P. V., & Madrid Brito, E. A. (2005). Relación entre roles de género y actitud hacia lapromoción de la delgadez en la televisión chilena como factor de riesgo de trastornos alimentarios en mujeres adolescentes de la comuna de Valparaíso. Universidad de Valparaíso. <https://repositoriobibliotecas.uv.cl/>
- Granados, M. F., & Nieto, C. (2012). Indices de prevalencia de los trastornos alimentarios anorexia y bulimia en una universidad de Bogotá. Universidad de la Sabana. <http://hdl.handle.net/10818/4597>
- Graybeal, A. J., Kreutzer, A., Willis, J. L., Braun-Trocchio, R., Moss, K., & Shah, M. (2022). The impact of dieting culture is different between sexes in endurance athletes: a cross-sectional analysis. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 14(1). <https://doi.org/10.1186/s13102-022-00549-4>
- Green, B. N., D, J. C., & Adams, A. (2006). Writing narrative literature reviews for peer-reviewed journals: secrets of the trade. *Clinical Update*, 48(2), 101–117. https://doi.org/10.1162/ling_a_00246
- Grijalva, P., Cornejo, G., Gómez, R., Real, K., & Fernández, A. (2019). Herramientas colaborativas para revisiones sistemáticas. *Revista Espacios*, 40(45), 9 <https://www.revistaespacios.com/a19v40n25/a19v40n25p09.pdf>

- Gülpinar, Ö., & Güçlü, A. G. (2013). How to write a review article? *Turkish Journal of Urology*, 39 (SUPPL. 1), 44–48. <https://doi.org/10.5152/tud.2013.054>
- Guzel-Seydim, Z. B., Kok-Tas, T., Greene, A. K., & Seydim, A. C. (2011). Review: Functional properties of kefir. In *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51(3), 261–268. <https://doi.org/10.1080/10408390903579029>
- Horche Puy, M. (2021). El Ayuno Intermitente: ¿una nueva técnica para la gestión de talento? [Trabajo de grado] *Comillas Universidad Pontificia*. <http://hdl.handle.net/11531/46548>
- Juárez Mancía, P. A. (2021). Efecto del ayuno intermitente en el deportista de Cross-Fit. Estudio de intervención. [Trabajo de grado]. Universitat Oberta de Catalunya. <http://hdl.handle.net/10609/128387>
- Jiménez-Cruz, B. E. (2010). Riesgo para trastorno alimentario, ansiedad, depresión y otras emociones asociadas a la exposición de imágenes publicitarias. *Canales de Psicología/Annals of Psychology*, 26(1), 11-17.
- Kaufman, M., Nguyen, C., Shetty, M., Oppezzo, M., Barrack, M., & Fredericson, M. (2023). Popular Dietary Trends' Impact on Athletic Performance: A Critical Analysis Review. *Nutrients*, 15(16). <https://doi.org/10.3390/nu15163511>
- Lin, S., Cienfuegos, S., Ezpeleta, M., Pavlou, V., Chakos, K., McStay, M., Runchey, M. C., Alexandria, S. J., & Varady, K. A. (2023). Effect of Time-Restricted Eating versus Daily Calorie Restriction on Mood and Quality of Life in Adults with Obesity. *Nutrients*, 15(20). <https://doi.org/10.3390/nu15204313>
- Madrid, E., Gili, P., & Contreras, L. (2005). Relación entre roles de género y actitud hacia la promoción de la delgadez en la televisión chilena como factor de riesgo de trastornos alimentarios en mujeres adolescentes de la comuna de Valparaíso. [Trabajo de grado]. Universidad de Valparaíso. <https://repositoriobibliotecas.uv.cl/serveruv/api/core/bitstreams/d7e2b32c-a74f-4e24-b6fa-b7495d69fb4c/content>
- Markoulli, M., Ahmad, S., Arcot, J., Arita, R., Benitez-del-Castillo, J., Caffery, B., Downie, L. E., Edwards, K., Flanagan, J., Labetoulle, M., Misra, S. L., Mrugacz, M., Singh, S., Sheppard, J., Vehof, J., Versura, P., Willcox, M. D. P., Ziemanski, J., & Wolffsohn, J. S. (2023). TFOS Lifestyle: Impact of nutrition on the ocular surface: TFOS Lifestyle Workshop: Nutrition report. *The Ocular Surface*, 29, 226–271. <https://doi.org/10.1016/j.jtos.2023.04.003>
- Mastrocola, P. (2023). Aplicaciones móviles descargables para bajar de peso. Universidad FASTA. <http://redi.ufasta.edu.ar:8082/jspui/handle/123456789/1911>
- Moral de la Rubia, J. (2002). Los trastornos de la conducta alimentaria, un complejo fenómeno biopsicosocial. *Respyn*, 3(3), 6.
- Navea-Cuadra, B., Castillo-Vera, B., Pedraza-Veloso, G., & López-Espinoza, M. Á. (2022). Effectiveness of two protocols of intermittent fasting on lipid profile, body composition and blood pressure in adults. A systematic review. *Revista Chilena de Nutrición*, 49(4), 513–523. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182022000500513>
- Occhionero, A & García, P. (2020). Alimentación y consumo de suplementos en adultos jóvenes que hacen entrenamiento muscular. Universidad FASTA. <http://redi.ufasta.edu.ar:8082/jspui/handle/123456789/1688>

- Ochoa Alda, Í. DE, Espina, A., & Asunción Ortego, M. (2006.). A study about personality, anxiety and depression in parents of patients with an eating disorder. *Ciencia y Salud*, 17(2), 151-170. <https://scielo.isciii.es/pdf/clinsa/v17n2/v17n2a02.pdf>
- Okoli, C., Duarte, T. por:David W. A., & Mattar, R. técnica e introdução:João. (2019). Guia Para Realizar uma Revisão Sistemática de Literatura. *Ead Em Foco*, 9(1), 1–40. <https://doi.org/10.18264/eadf.v9i1.748>
- Parr, E. B., Devlin, B. L., Lim, K. H. C., Moresi, L. N. Z., Geils, C., Brennan, L., & Hawley, J. A. (2020). Time-restricted eating as a nutrition strategy for individuals with type 2 diabetes: A feasibility study. *Nutrients*, 12(11), 1–22. <https://doi.org/10.3390/nu12113228>
- Pellegrini, I. (2021). Eficacia del ayuno intermitente en el tratamiento de pacientes adultos con obesidad: su impacto sobre la composición corporal, factores de riesgo cardiometabólicos, calidad de vida y alimentación: revisión bibliográfica. Universidad d Belgrano. <http://repositorio.ub.edu.ar/handle/123456789/9652>
- Ramos, Y & Robles, M. (2023). Efecto del ayuno intermitente 16:8 en comparación con una dieta hipocalórica de 3 tiempos, sobre los índices de masa corporal y cintura cadera en población adulta. Universidad Autónoma de Querétaro. <https://ring.uaq.mx/handle/123456789/8684>
- Rodríguez, P. (2019). Relación entre obesidad y disruptores endocrinos. *NPunto*, 2(18), 44–71. <https://orcid.org/0000-0002-5408-6263>
- Rayón, G. A., De Lourdes, M., García, N., Manuel, J., Díaz, M., Arévalo, R. V., & Ocampo Téllez-Girón, M. T. (2007). Interiorization of tiñes ideal, body image, and symptomatology of eating disorder in adult women. *Psicología y Salud* 17(2).
- Ruales Pauta, C. G., & Sigcho Garrido, S. D. (2023). Efectos del ayuno intermitente en la disminución de peso en comparación con la restricción de energía continua en personas adultas con obesidad y sobrepeso. Una revisión sistemática. Universidad De Las Americas. <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/15309>
- Ramirez, A., López-Aceituno, J. L., Costa-Machado, L. F., Plaza, A., Barradas, M., & Fernandez-Marcos, P. J. (2020). Transient metabolic improvement in obese mice treated with navitoclax or dasatinib/quercetin. *Aging*, 12(12), 11337–11348. <https://doi.org/10.18632/aging.103607>
- Santana-Choez, J. E., Malatay-Sandoval, S. L., & Alcocer-Diaz, S. (2021). Ayuno Intermitente, parámetros hematológicos y bioquímicos: ¿Cuánta asociación? *Dominio de las Ciencias*, 7(2), 93–117. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8385997>
- Satish kumar, L., & Kaundinya, K. B. (2021). A rare instance of Wilkie's syndrome in a young male during the holy month of Ramadan. *International Journal of Surgery Case Reports*, 80. <https://doi.org/10.1016/j.ijscr.2021.105652>
- Santos, F. L., Silva, E. O., Barbosa, A. O., & Silva, J. O. (2012). Kefir: uma nova fonte alimentar funcional. *Diálogos & Ciência (Online)*, 10, 1-14. https://www.researchgate.net/publication/290121978_Kefir_uma_nova_fonte_alimentar_funcional
- Salazar, L & Velásquez C. (2020). El ayuno intermitente en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 a nivel mundial. Universidad de San Carlos de Guatemala. <https://biblioteca.medicina.usac.edu.gt/tesis/pre/2020/072.pdf>

- Schueler, J., Philip, S. R., Vitus, D., Engler, S., & Fields, S. A. (2023). Group differences in binge eating, impulsivity, and intuitive and mindful eating among intermittent fasters and non-fasters. *Appetite*, 182. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2022.106416>
- Silverii, G. A., Cresci, B., Benvenuti, F., Santagiuliana, F., Rotella, F., & Mannucci, E. (2023). Effectiveness of intermittent fasting for weight loss in individuals with obesity: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 33(8), 1481–1489. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2023.05.005>
- Tay, A., Pringle, H., Penning, E., Plank, L. D., & Murphy, R. (2020). Profast: A randomized trial assessing the effects of intermittent fasting and lacticaseibacillus rhamnosus probiotic among people with prediabetes. *Nutrients*, 12(11), 1–15. <https://doi.org/10.3390/nu121135300>
- Tapajóz, F. (2016). Estudio de la cognición social en pacientes con trastornos alimentarios. UBA. Facultad de Psicología.
- Touyz, R. M. (2021). Gut Dysbiosis-Induced Hypertension Is Ameliorated by Intermittent Fasting. *Circulation Research*, 128 (9), 1255–1257. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.121.319147>
- Varady, K. A., Cienfuegos, S., Ezpeleta, M., & Gabel, K. (2021). Cardiometabolic benefits of intermittent fasting. *Annual Review of Nutrition*, 41(1), 333–361. <https://doi.org/10.1146/annurev-nutr-052020-041327>
- Vidmar, A. P., Naguib, M., Raymond, J. K., Salvy, S. J., Hegedus, E., Wee, C. P., & Goran, M. I. (2021). Time-limited eating and continuous glucose monitoring in adolescents with obesity: A pilot study. *Nutrients*, 13(11). <https://doi.org/10.3390/nu13113697>
- Vizthum, D., Katz, S. E., & Pacanowski, C. R. (2023). The impact of time restricted eating on appetite and disordered eating in adults: A mixed methods systematic review. *Appetite*, 183. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2023.106452>

Caracterización de la calidad fisicoquímica y composicional de la leche de vaca comercializada en el municipio de Rionegro, Antioquia

Evaluation of the Physicochemical and Compositional Quality of Cow's Milk Commercialized in Rionegro, Antioquia

<https://doi.org/10.47286/10.47286/01211463.624>

Mariana Cardona Betancur¹
Santiago Giraldo Gómez²
Ana María Aristizábal Montoya³ 

Cómo citar en APA: Cardona Betancur, M., Giraldo Gómez, S., & Aristizábal, A. (2025). Caracterización de la calidad fisicoquímica y composicional de la leche de vaca comercializada en el municipio de Rionegro, Antioquia. *Revista Universidad Católica De Oriente*, 35(54), 90 - 103. <https://doi.org/10.47286/01211463.624>

Fecha de recepción: 29-08-2024 / Fecha de aceptación: 09-10-2024

* Agradecemos profundamente a todos los semilleros de investigación por ser la cuna donde los sueños de los jóvenes investigadores se vuelven realidad. Especialmente reconocemos la labor del Semillero de Alimentación y Nutrición Humana de la Universidad Católica de Oriente por su papel crucial en la realización de esta investigación.

1 Semillerista, estudiante de Nutrición y Dietética de la Universidad Católica de Oriente.

2 Nutricionista Dietista de la Universidad Católica de Oriente, Rionegro, Antioquia.

3 Ingeniera de Alimentos. Magister en Innovación Alimentaria y Nutrición. Coordinadora del semillero Alimentación y Nutrición Humana (A&NH), docente de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Católica de Oriente. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1055-0762>

Dirección de correspondencia: aaaristizabal@uco.edu.co

Resumen

Este estudio se propuso caracterizar la calidad fisicoquímica y composicional de muestras de leche comercializadas en el municipio de Rionegro, Antioquia, con el fin de evaluar su conformidad con los estándares declarados y garantizar su inocuidad para el consumo humano. Se adquirieron 20 muestras de leche de vaca, incluyendo variedades cruda, pasteurizada y ultra alta temperatura UAT (UHT), las cuales fueron analizadas en el laboratorio de química de la Universidad Católica de Oriente. Se realizaron pruebas de plataforma, alcohol, ausencia de conservantes, adulterantes y neutralizantes, ausencia de antibióticos, el análisis fisicoquímico para establecer la porción de proteína, grasa, lactosa, agua añadida, sólidos no grasos, punto crioscópico y densidad de cada muestra mediante el uso del analizador de leche por ultrasonido Lactoscan, así como las pruebas de fosfatasa y peroxidasa para evaluar el tratamiento térmico de las leches. Se encontraron variaciones mínimas entre los valores declarados en el etiquetado y los contenidos reales de grasa, sólidos no grasos, sólidos totales, lactosa, sales y proteína en las muestras analizadas. Sin embargo, se detectó la presencia de fosfatasa en las leches crudas, y peroxidasa en algunas leches pasteurizadas, además del incumplimiento en algunos parámetros establecidos por el decreto 616 de 2006. Se destaca la importancia de mejorar los estándares de producción y etiquetado para asegurar la consistencia y calidad del producto final. Finalmente, estudio subraya la importancia de mantener estándares rigurosos en la producción y comercialización de leche para garantizar su seguridad y calidad.

Palabras clave

Leche comercializada, Calidad de leche, Composición fisicoquímica, Control de calidad, Leche pasteurizada, Leche de vaca, Rionegro, Antioquia.

Abstract

Cow's milk is an essential component of the human diet due to its high nutritional value and significant contribution to public well-being. However, the quality of milk can vary considerably depending on several factors, including production management and compliance with health and physicochemical regulations. This study aimed to characterize the physicochemical and compositional quality of milk samples sold in the municipality of Rionegro, Antioquia, in order to assess their compliance with declared standards and ensure their safety for human consumption. Twenty samples of cow's milk were collected, including raw, pasteurized, and ultra-high-temperature (UHT) varieties, which were analyzed in the chemistry laboratory of the Universidad Católica de Oriente. Platform tests were conducted to check for alcohol, absence of preservatives, adulterants, and neutralizers, absence of antibiotics, as well as physicochemical analysis to determine the levels of protein, fat, lactose, added water, non-fat solids, cryoscopic point, and density of each sample using the Lactoscan ultrasonic milk analyzer. Phosphatase and peroxidase tests were also performed to evaluate the thermal treatment of the milk. Minimal variations

were found between the values declared on the labels and the actual contents of fat, non-fat solids, total solids, lactose, salts, and protein in the analyzed samples. However, phosphatase was detected in raw milk, and peroxidase was found in some pasteurized milk samples, along with non-compliance in certain parameters established by Decree 616 of 2006, indicating potential deficiencies in pasteurization processes and quality control. The discrepancies observed in nutritional components align with previous studies, highlighting the importance of improving production and labeling standards to ensure consistency and quality of the final product. The presence of certain substances such as chlorides, neutralizers, and non-compliance with Colombian regulations suggests the need for stricter quality control and regulation measures. This study underscores the importance of maintaining rigorous standards in the production and marketing of milk to guarantee its safety and quality. The findings reinforce the need for continuous and improved monitoring throughout the milk supply chain, from production to the final consumer, to mitigate contamination risks and ensure a final product that meets consumer expectations and current health regulations.

Keywords

Milk Quality, Physicochemical Composition, Quality Control, Pasteurized Milk, Cow's Milk, Rionegro, Antioquia.

Introducción

La leche de vaca es un alimento fundamental cuya producción ha experimentado un avance notable en las últimas décadas debido al incremento en el consumo de lácteos y cambios en la alimentación de la población (Sánchez et al., 2020). Este aumento en la producción ha facilitado el acceso generalizado a productos lácteos, contribuyendo significativamente a la mejora del nivel de salud de la población.

El consumo de leche de vaca es esencial desde el punto de vista nutricional, ya que es un alimento completo y equilibrado y proporciona una alta densidad de nutrientes en relación con su contenido calórico. La leche contiene proteínas de alto valor biológico, esenciales para el crecimiento y la reparación de tejidos, siendo rica en caseínas, globulinas y albúminas que aportan los aminoácidos necesarios para las funciones corporales. Además, la fracción lipídica de la leche, compuesta principalmente por lípidos apolares y una pequeña fracción de lípidos polares, es una fuente importante de energía y necesaria para la absorción de vitaminas liposolubles como la A, D, E y K, que desempeñan roles cruciales en la salud visual, inmunológica, ósea y celular (Fernández et al., 2015).

La lactosa, el principal carbohidrato de la leche, no solo proporciona energía, sino que también facilita la absorción de calcio, un mineral clave en la formación y mantenimiento de huesos y dientes. La leche es una fuente rica en minerales como el fósforo, magnesio y potasio, que son fundamentales para la función muscular, el equilibrio electrolítico y la salud ósea. Además, su contenido en vitaminas del grupo B, como la B12 y la riboflavina (B2), apoya el metabolismo energético y el funcionamiento adecuado del sistema nervioso (Fernández et al., 2015).

Por su contenido de agua, cercano al 90 %, la leche también contribuye significativamente a la hidratación del cuerpo, lo que la convierte en una bebida nutritiva y refrescante. Los beneficios del consumo de leche van más allá de su aporte nutricional, ya que su ingesta regular se ha asociado con la prevención de enfermedades crónicas como las cardiovasculares, ciertos tipos de cáncer, la hipertensión y la osteoporosis. Además, en la infancia y adolescencia, el consumo de leche es vital para un crecimiento adecuado y la prevención de la obesidad infantil, al tiempo que en los adultos mayores ayuda a prevenir la pérdida de masa ósea y reduce el riesgo de fracturas (Fernández et al., 2015). Por lo tanto, su consumo es esencial en todas las etapas de la vida, desde la infancia hasta la tercera edad (Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura, 2024). Para mantener esta calidad nutricional, es crucial un manejo eficiente en la alimentación de los animales utilizando los recursos disponibles de manera óptima (Padilla et al., 2020).

En términos de composición, la leche de vaca contiene entre un 3 y 4 % de proteínas, siendo las más abundantes las caseínas (75 %), globulinas (11 %) y albúminas (5 %). La fracción lipídica (3-6 %) está compuesta mayoritariamente por lípidos apolares (>98 %) y una pequeña fracción de lípidos polares (<2 %). Además, la leche contiene cerca de un 4 % de carbohidratos (Aldana et al., 2020).

En Colombia, la regulación técnica para la leche se estableció mediante el Decreto 616, que especifica los requisitos que debe cumplir la leche para el consumo humano (Decreto 616 de 2006), el cual prohibió la comercialización de leche cruda en el país para el consumo humano. Sin embargo, esta medida fue posteriormente derogada por el Decreto 1880, 2011. El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural ha implementado un sistema de pago actualizado anualmente según la Resolución 000017, 2012 y sus modificaciones según el Ministerio de Agricultura. A pesar de las regulaciones, no todas las empresas cumplen con la normativa vigente, y la situación es especialmente preocupante en el sector informal. Aunque el Municipio de Rionegro realiza un monitoreo de las leches crudas a través de controles en tanques de acopio comunitario (Alcaldía de Rionegro, 2024), los pequeños productores que venden leche en mercados locales y tiendas de barrio no siempre son supervisados adecuadamente.

La leche de vaca es uno de los alimentos más completos para el ser humano debido a su contenido nutricional, incluyendo proteínas de alta calidad, calcio, vitaminas A y D, vitaminas del complejo B y fósforo, entre otros minerales esenciales en todas las etapas de la vida (Sánchez et al., 2020). Sin embargo, es un alimento altamente perecedero y un medio excelente para el crecimiento de microorganismos, lo que puede provocar deterioro del producto y enfermedades en los consumidores. Por tanto, debe cumplir con ciertas características sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas para garantizar su calidad e inocuidad (Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura, 2024).

En Colombia, el acopio es un eslabón crítico en la cadena de producción de leche, con el 60 % de la producción nacional ingresando al canal formal. Sin embargo, el 30 % de la leche se acopia de manera informal, lo que implica condiciones sanitarias inadecuadas y un riesgo significativo para la salud pública (Conpes 3376 de 2005). La situación actual refleja poca mejora, según asociaciones como Asoleche y Fedegan, la informalidad del sector afecta el cumplimiento de los lineamientos del Ministerio de Agricultura y los requisitos establecidos por el Decreto

616, comprometiendo la calidad y seguridad del producto para los consumidores por lo que son necesarias las pruebas de plataforma buscan detectar adulterantes en la leche (alcalinos, cloruros, peróxidos, entre otros) (Cimpa, 2024).

En este contexto, esta investigación tiene como objetivo general comparar la calidad fisicoquímica y composicional de las leches de vaca comercializadas en el municipio de Rionegro. Los objetivos específicos son analizar el rotulado y etiquetado de las leches consumidas en el municipio de Rionegro respecto al cumplimiento de los requisitos normativos establecidos en el decreto 616 de 2006 y caracterizar fisicoquímica y composicionalmente las leches comercializadas en el municipio de Rionegro. El desarrollo de este proyecto permitirá informar a los consumidores de leche y a los productores sobre la calidad de la leche para garantizar su inocuidad para el consumo humano, ya que es un alimento básico en la alimentación diaria.

Metodología

Se adquirieron 20 muestras de leche de vaca del mercado local de Rionegro, Antioquia, incluyendo variedades crudas, entera pasteurizada y entera ultra alta temperatura UAT (UHT), las cuales fueron tomadas de manera aleatoria de tiendas, almacenes de cadena y minimercados, previa a la identificación de los productos comercializados en el municipio, durante el primer semestre del año 2024.

Las muestras fueron transportadas hasta la Universidad Católica de Oriente y analizadas en el laboratorio de química. Las leches se clasificaron en tres grupos principales: grupo A para leche cruda codificada desde A1 hasta A4, grupo B para identificar la leche entera pasteurizada con rótulos de B1 a B4. Y el grupo C con la leche entera ultra alta temperatura UAT (UHT), codificadas desde C1 hasta C13.

El protocolo para la evaluación de las muestras se construyó de acuerdo a las pruebas y parámetros requeridos por el Decreto 616 de 2006. Para las pruebas de plataforma se emplearon kits de reactivos comerciales adquiridos con el proveedor Cimpa SAS, las cuales incluyeron la detección de fosfatasa, peroxidasa, presencia de almidones, compuestos alcalinos, cloruros, neutralizantes y peróxido. Para el análisis se tomaron muestras de cada una de las leches y se realizaron las pruebas de plataforma de acuerdo con los instructivos del proveedor (Cimpa SAS). Estas están relacionadas a continuación en la tabla 1.

Tabla 1. Procedimiento e interpretación de resultados pruebas de plataforma

Prueba	Procedimiento	Resultado positivo	Resultado negativo
Detección de fosfatasa alcalina	Adicione 50 gotas del reactivo FosfaMilk en un tubo seco, incube en baño de maría a 37°C por 3 min, adicione 1ml de leche, incube nuevamente en baño de maría a 37 °C por 60 min y observe la coloración.	Amarillo intenso, indica presencia de fosfatasa alcalina	Amarillo tenue, indica destrucción de la enzima por calentamiento a más de 60 °C
Detección de peroxidasa alcalina	Mida 2 ml de leche, deposite en un tubo de ensayo, adicione 10 gotas del reactivo peroxasa 1 (no homogenice), 5 gotas del reactivo peroxasa 2 y observe la coloración.	Anillo color salmón, indica presencia de peroxidasa	Incoloro, indica destrucción de la enzima por calentamiento a más de 78 °C
Detección de almidones	Mida 2 ml de leche, deposite en un tubo de ensayo, caliente hasta casi punto de ebullición y enfríe inmediatamente, adicione 3 gotas del reactivo StarchMilk y observe la coloración.	Color azul a morado	Color amarillo pálido a blanco leche
Detección de alcalinos	Mida 2 ml de leche, deposite en un tubo de ensayo, caliente hasta punto de ebullición, adicione 3 gotas del reactivo AlcaMilk 1, homogenice, adicione 3 gotas del reactivo AlcaMilk 2 y observe la coloración.	Color rosado fuerte	Incoloro
Detección de cloruros	Adicione 50 gotas del reactivo ClorMilk 1 en un tubo de ensayo, adicione 2 gotas de ClorMilk 2, homogenice, adicione 1 ml de leche y observe la coloración.	Color amarillo canario, indica > 2.3 ppm de cloruros	Color rojo ladrillo, indica < 2.3 ppm de cloruros
Detección de neutralizantes	Mida con una pipeta graduada 2 ml de leche, deposítelos en un tubo de ensayo. Adicione 30 gotas del reactivo NeutraMilk sin agitar. Observe la coloración.	Color rojo carmesí.	Color naranja.

Nota. Elaboración propia.

Para el análisis fisicoquímico de las leches, se empleó el analizador de leche por ultrasonido *Lactoscan*, al cual se le suministró una muestra de aproximadamente 10 mL de cada una de las leches. Después de 70 segundos de espera, el equipo arrojó los resultados del contenido de proteína, grasa, lactosa, agua añadida, sólidos no grasos, punto crioscópico y densidad de cada leche analizada, los datos fueron registrados en la base de datos de acuerdo con el código de la muestra analizada.

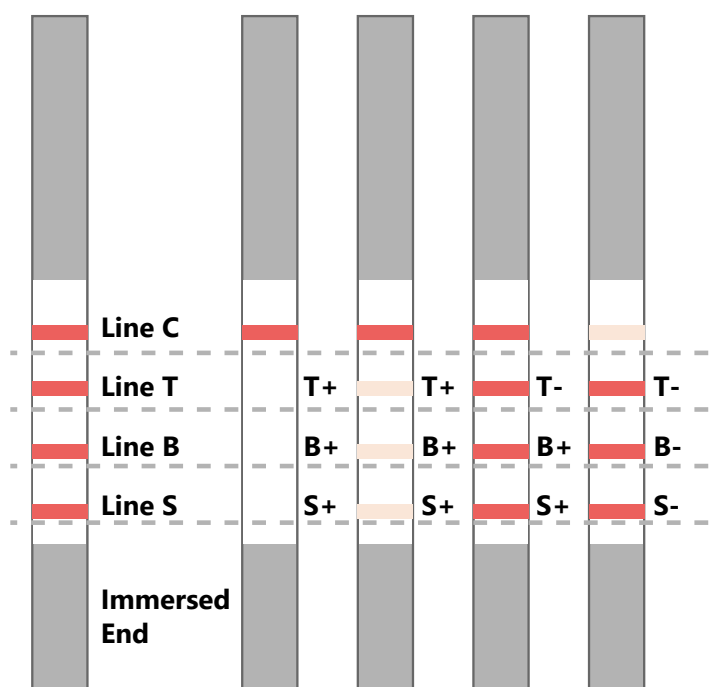
Se realizaron pruebas de alcohol, acidez titulable y ausencia de antibióticos en las muestras de leche cruda. La prueba de alcohol evaluó la estabilidad térmica de la leche. Para ello, se colocaron 2 mL de leche en un tubo de ensayo limpio y seco, se añadieron 2 mL de alcohol al 68 %, se agitó la mezcla y se observó. La ausencia de grumos indicó que la leche cumplía con los estándares de calidad.

Para la determinación de la acidez titulable, se tomaron 9 mL de leche cruda y se depositaron en una cápsula de porcelana, a los cuales se agregaron 3 gotas de fenolftaleína, posteriormente se realiza la titulación con NaOH 0.1 N, dispuesto en el acidómetro con adición dosificada por gotas; se agitó la muestra hasta observar la aparición de un color rosado perdurable por 30 segundos. Se procedió a leer en el acidómetro los grados Dornic (°D) marcados del NaOH hasta

la aparición del color rosado, y el reporte de la acidez se convirtió a porcentaje de ácido láctico (1° D equivale a 0.0; 1% de ácido láctico) como lo solicita la normativa vigente.

En la prueba para determinar la ausencia de antibióticos se llevaron las muestras de prueba a temperatura ambiente (20-25 °C). Se mezcló 200 µl de muestra de leche con el reactivo en los tubos de ensayo; luego se temporizó durante 3-5 minutos y pasado este tiempo se insertó la tira de prueba en el tubo de ensayo. En la figura 1 se ven las líneas que aparecen en la tira de la siguiente manera: línea de control (C), línea de tetraciclina (T), línea de beta-lactámicos (B) y línea de sulfonamidas (S). La presencia de las líneas y su intensidad en comparación con la línea de control (C) determina los resultados positivos (T+, B+, S+) y negativos (T-, B-, S-) para cada antibiótico. Un resultado negativo se determinó por la aparición de la línea correspondiente más oscura que la línea de control, mientras que un resultado positivo se determinó por la ausencia o una línea más clara que la línea de control. La línea de control fue un indicador de calidad y siempre debía aparecer.

Figura 1. Interpretación de resultados en las tiras de prueba para antibióticos en leche



Nota. Elaboración propia.

Para las muestras de leche que comercialmente cuentan con tratamientos térmicos de pasteurización y ultra alta temperatura UAT (UHT), se compararon los resultados de composición para macronutrientes con la información nutricional declarada en los empaques mediante la tabla nutricional del producto.

Los datos obtenidos fueron analizados descriptivamente utilizando el software Jamovi® y se presentan a continuación.

Resultados

A continuación, se presentan los resultados del análisis de tres tipos de leche: entera cruda (A), entera pasteurizada (B) y entera ultra alta temperatura UAT (UHT) (C), para muestras analizadas con temperatura promedio de 17.5 ± 2.5 °C.

Rotulado vs. etiquetado

Los resultados obtenidos en el analizador de leche para las muestras de leche entera pasteurizada y leche entera ultra alta temperatura UAT (UHT) mostraron diferencias entre los valores declarados en la tabla nutricional y el contenido promedio de la muestra evaluada de la siguiente manera: 0.23 % en grasa, 0.23 % en sólidos no grasos, 0.282 % en sólidos totales, 0.38 % en lactosa, 0.145 % en sales y 0.101 % en proteína.

Pruebas de plataforma

En las pruebas de fosfatasa, solo las leches crudas A1 y A2 resultaron positivas, mientras que, en la prueba de peroxidasa, además de A1 y A2, también resultaron positivas las pasteurizadas B1 y B4. Ninguna leche dio positivo en las pruebas de almidón y alcalinos. La prueba de cloruros fue positiva en varias muestras de cada tipo de leche (A2, B1, B2, B4, B5, C1, C3, C4, C5, C7, C10, C11 y C12); de igual manera, la prueba de neutralizante dio positiva en todas las muestras excepto A1, A2 y B1. Todas las leches resultaron negativas en la prueba de peróxido.

Pruebas de alcohol y acidez titulable

En cuanto a las pruebas específicas para leches crudas, todas las muestras resultaron negativas para antibióticos y alcohol, asimismo mostraron un valor de acidez de 0.17. Estos resultados sugieren una variabilidad menor en los componentes nutricionales, aunque revelan la necesidad de mejorar los controles de calidad para evitar la presencia de ciertos compuestos como cloruros y neutralizantes. En general, la ausencia de antibióticos y alcohol en las leches crudas es un indicador positivo, destacando la importancia de mantener estándares estrictos para asegurar la calidad y seguridad del producto final.

Fisicoquímicos y composicionales

Del Decreto 616 de 2006 se establecen los parámetros que debe cumplir la leche entera comercializada en Colombia. El contenido mínimo de grasa es del 3.0 % para leches enteras, independientemente de que sea cruda o tenga un tratamiento térmico. El extracto seco total mínimo es de 11.30 % para la leche cruda y pasteurizada, y de 11.20 % para la leche UHT. El extracto seco desengrasado mínimo es de 8.30 % para la leche cruda y pasteurizada, y de 8.20 % para la leche UHT. El análisis de fosfatasa y peroxidasa no aplica para leches crudas. Con respecto a la peroxidasa, esta debe ser positiva para la leche pasteurizada y negativa para la leche UHT. La fosfatasa debe ser negativa tanto para la leche pasteurizada como para la leche UHT. La densidad a 15/15° C para la leche cruda y pasteurizada debe estar en un rango de 1.030 a 1.033, mientras que para la leche ultra alta temperatura UAT (UHT) el rango es de 1.0295 y 1.0330. Finalmente, el contenido mínimo de proteína es del 2.9 % para todas las variedades de leche.

En la tabla 2 se presentan los resultados obtenidos del analizador de leche respecto al contenido fisicoquímico de las muestras analizadas, donde G es el porcentaje de grasa, D la densidad g/mL, SNG el porcentaje sólidos no grasos, ST el porcentaje de sólidos totales (ST), P el porcentaje de proteína y AG el porcentaje de adición de agua en la leche.

Tabla 2. Resultados parámetros bromatológicos y fisicoquímicos

LECHE	G	D	SNG	ST	P	AG
A1	2,1	1,033	8,805	10,9	3,4	0
A2	3,2	1,032	8,55	11,745	3,315	0
B1	3,2	1,0288	7,96	11,16	3,085	1,145
B2	3,3	1,0291	8,025	11,32	3,11	0,48
B3	3,5	1,0268	7,415	10,925	2,88	7,88
B4	3,3	1,0295	8,13	11,47	3,155	0
C1	3,4	1,0279	7,98	11,18	3,09	0,96
C2	3,2	1,0286	8,105	11,3	3,14	0
C3	3,4	1,0283	8,08	11,435	3,135	0
C4	3,3	1,0279	8,04	11,355	3,12	0
C5	3,4	1,0277	7,88	11,315	3,06	1,92
C6	3,3	1,0281	7,98	11,27	3,09	0,76
C7	1,9	1,0286	8,07	9,96	3,12	1,92
C8	3,2	1,0291	8,255	11,45	3,2	0
C9	3,4	1,0283	8,05	11,48	3,125	0
C10	3,4	1,0289	8,195	11,54	3,18	0

LECHE	G	D	SNG	ST	P	AG
C11	3,7	1,0273	7,795	11,445	3,03	2,595
C12	3,4	1,0280	7,99	11,345	3,1	0,57
C13	3,2	1,0285	8,1	11,33	3,14	0

Nota. Elaboración propia.

Las muestras de leche cruda mostraron una notable variabilidad en los resultados. La muestra A1 presentó un 2.1 % de grasa y una densidad de 1.3273 g/ml, lo que no cumple con los estándares requeridos; sin embargo, tuvo un 8.805 % de SNG y un 10.9 % de ST, cumpliendo solo con los SNG. Por otro lado, la muestra A2, con un 3.2 % de grasa y una densidad de 1.3177 g/ml, cumplió con los estándares de grasa y ST, pero no con los de densidad y SNG, presentando un 8.55 % de SNG. Las dos muestras cumplen con el porcentaje de proteína y no tienen adición de agua, lo que significa que cumplen.

Las muestras de leche pasteurizada también mostraron resultados mixtos. Todas las muestras cumplen con el porcentaje de grasa, pero ninguna cumple con los parámetros de densidad ni de sólidos no grasos (SNG). En cuanto a sólidos totales (ST), solo las muestras B2 y B4 cumplen con los estándares. Todas cumplen con el porcentaje de proteína; sin embargo, solo la muestra B4 no presenta adición de agua, mientras que las demás (B1, B2 y B3) no cumplen debido a esta adición (tabla 3).

Por otra parte, las muestras de leche ultra alta temperatura mostraron una mayor consistencia en los resultados. Todas cumplen con el porcentaje de grasa, excepto la C7. En cuanto a la densidad, ninguna muestra cumple con los estándares establecidos. Solo las muestras C8 y C10 cumplen con los sólidos no grasos (SNG), mientras que en sólidos totales (ST) cumplen todas, excepto las muestras C1 y C7. Finalmente, todas cumplen con el porcentaje de proteína; sin embargo, las muestras C1, C5, C6, C7, C11 y C12 contienen adición de agua, lo que las descalifica del cumplimiento total de los parámetros de calidad.

Discusión

El análisis de las tres variedades de leche - entera cruda (A), entera pasteurizada (B) y entera ultra alta temperatura (C) revela diferencias significativas entre lo declarado en el etiquetado y los contenidos reales de ciertos componentes, así como variaciones en los resultados de diversas pruebas de plataforma y el incumplimiento del decreto 616 de 2006. A continuación, se compararán estos resultados con los hallazgos previos de otros estudios para proporcionar un contexto más amplio y respaldar las conclusiones.

En primer lugar, la variabilidad promedio en los componentes nutricionales (grasa, sólidos no grasos, sólidos totales, lactosa, sales y proteína) es consistente con estudios previos que también encontraron discrepancias entre los valores declarados y los contenidos reales en productos lácteos, además del incumplimiento de la norma debido a la no conformidad de uno o más componentes de la leche. Por ejemplo, Rizo Plascencia et al. (2021), en un estudio realizado en

México, reportaron diferencias significativas en los contenidos declarados contra los etiquetados, lo que sugiere que los procesos de control de calidad en las empresas dedicadas a la venta de leche entera pasteurizada no son los correctos. Estas variaciones pueden deberse a factores como diferencias en los métodos de procesamiento, almacenamiento o prácticas de etiquetado.

Además, los resultados de los componentes nutricionales mencionados anteriormente en las muestras nos revelan que la norma colombiana no se está cumpliendo, pues algunas presentan adición de agua y no cumplen con el perfil fisicoquímico y nutricional requerido para garantizar su calidad, esto podría deberse a un intento por minimizar costos de producción y mejorar la rentabilidad del producto o a la falta de estándares de control de calidad adecuados. Esto podría generar importantes implicaciones nutricionales para los consumidores de leches que no cumplen con las normativas de calidad. La alteración en su contenido nutricional afectaría tanto la cantidad como la calidad de sus macronutrientes, vitaminas y minerales, lo que podría conducir a deficiencias nutricionales. Estas deficiencias, a su vez, podrían derivar en problemas de salud como alteraciones óseas y digestivas, así como afectaciones en el crecimiento y desarrollo en los grupos y poblaciones más vulnerables, como niños y adultos mayores.

En las pruebas de plataforma, el resultado positivo de la fosfatasa en las leches crudas (A1 y A2) y negativo en las pasteurizadas y ultra alta temperatura es consistente con el decreto 616 – 2016 al igual que lo escrito por la Universidad de Murcia, de España. Esta entidad realiza una recopilación de los principales procedimientos a tener en cuenta en el control de calidad de la leche donde también se narra que la presencia de fosfatasa es un indicador fiable de pasteurización adecuada. Sin embargo, la no presencia de peroxidasa en algunas leches pasteurizadas (B2 y B3) puede generar preocupaciones, ya que podría indicar que la leche no conservaría sus características microbiológicas originales.

El resultado negativo en las pruebas de almidón y alcalinos es un resultado favorable, el cual indica que no hubo adulteración con estos compuestos. Esto coincide con los hallazgos de Noa-Pérez et al. (2019), quien también encontró baja incidencia de adulteración con almidón en leches comerciales en México. No obstante, la detección de cloruros en numerosas muestras de cada tipo de leche sugiere una práctica para restablecer algunos parámetros fisicoquímicos y enmascarar la adición de agua, posiblemente para mejorar el sabor o la conservación (Calderón-Rangel et al., 2013). Dicha adición de agua disminuye su contenido nutricional, ya que, al diluirse, reduce la cantidad de vitaminas y macronutrientes presentes. Además, el Decreto 616 de 2006 prohíbe esta práctica, considerándola como adulteración de la leche.

Si la prueba de cloruros es positiva, se sospecha de anomalías como mastitis, adición de soluciones preparadas u otras alteraciones (Quitiaquez Montenegro et al., 2021). Estas irregularidades pueden modificar tanto las características sensoriales como el valor nutricional de la leche. En Colombia, la normativa prohíbe la adición de cualquier tipo de sustancia a la leche, lo que refuerza la importancia de estas pruebas para garantizar la calidad del producto.

El resultado positivo en la prueba de neutralizantes en todas las leches (excepto en A1, A2 y B1) es un aspecto preocupante. La adición de neutralizantes puede indicar un intento de corregir la acidez y mejorar la estabilidad del producto, pero también podría reflejar problemas iniciales

de calidad o fresca en la leche. Este hallazgo sugiere la necesidad de revisar y fortalecer los controles de calidad y los procesos de producción, como también concluyeron en Calderón-Rangel et al. (2013) en su estudio sobre la calidad de la leche realizando en Córdoba Colombia.

Las pruebas de peróxido resultaron negativas en todas las muestras, lo cual es favorable ya que indica que no se ha utilizado conservante no permitido o adicionado con fines de neutralización de la leche. En cuanto a las leches crudas, la ausencia de antibióticos y el resultado negativo en la prueba de alcohol es un indicativo favorable de que no se utilizaron tratamientos indebidos en los animales y que las muestras son estables térmicamente. El valor de acidez de 0.17 en las leches crudas está dentro del rango aceptable, indicando fresca y calidad adecuada del producto. Estos resultados son coherentes con el Decreto 1880 de 2011, el cual establece que la leche para consumo humano debe ser libres de inhibidores o antibióticos.

Es fundamental el rol del nutricionista dietista al evaluar y caracterizar las propiedades fisicoquímicas y nutricionales de las leches que se comercializan, no solo en el municipio de Rionegro, sino también a nivel nacional. Como futuros profesionales de la nutrición, tenemos la responsabilidad de garantizar que los productos ofrecidos a los consumidores sean seguros, adecuados para su uso y posean un valor nutricional óptimo. Es esencial implementar un enfoque integral que incluya la realización de capacitaciones y la educación tanto a los consumidores como a las empresas productoras. Esto permitirá concientizar sobre la importancia de consumir y producir alimentos de alta calidad, favoreciendo la salud pública y promoviendo prácticas responsables en la industria alimentaria.

Conclusiones

Los resultados del estudio indican que las leches industrializadas son sometidas a procesos de estandarización que permiten ajustar los parámetros a los establecidos por la normativa vigente, las variaciones entre los valores declarados y los resultados del análisis se encuentran dentro del rango normal debida la naturaleza del producto.

La detección de ciertos compuestos como son los neutralizantes en las pruebas de plataforma sugiere la necesidad de mejorar los controles de calidad y realizar monitoreos constantes a las leches del mercado, como una medida para asegurar que las leches cumplan con los estándares declarados y mantengan la seguridad y calidad requerida por los consumidores.

La ausencia de antibióticos y el resultado negativo en la prueba de alcohol en las dos muestras de leche cruda es un aspecto positivo, subrayando la importancia de prácticas rigurosas en la producción y procesamiento. No obstante, es necesario analizar una muestra más grande para determinar si estos resultados pueden generalizarse al sector informal de la producción de leche.

El nutricionista dietista juega un rol esencial en garantizar la calidad y seguridad nutricional de los productos lácteos. Es necesario educar tanto a los consumidores como a las empresas productoras sobre la importancia de ofrecer alimentos seguros y con un adecuado valor nutricional, promoviendo así una mejor salud pública.

Recomendaciones

Se recomienda que investigaciones futuras se enfoquen en aspectos como realizar seguimientos a largo plazo para evaluar la estabilidad de la calidad fisicoquímica y composicional de las leches, incluyendo posibles cambios estacionales y variaciones en las prácticas de producción. Además, se sugiere ampliar los análisis microbiológicos para evaluar la presencia de microorganismos patógenos y la eficacia de los métodos de procesamiento de la leche. Sería relevante también investigar las percepciones y preferencias de los consumidores respecto a la calidad y seguridad de la leche, así como su conocimiento sobre los estándares y normativas aplicables.

Se propone analizar el impacto económico de la informalidad en el sector lácteo y proponer estrategias para mejorar el cumplimiento de las regulaciones existentes, asegurando la calidad e inocuidad de los productos lácteos para los consumidores.

Además, es fundamental considerar la necesidad de ampliar los recursos destinados a la investigación. Esto permitirá no solo mejorar la replicabilidad de los datos obtenidos, sino también realizar un análisis más exhaustivo y robusto de diversos aspectos relacionados con la calidad y seguridad de los productos lácteos.

Agradecimiento

Este estudio fue posible gracias al financiamiento proporcionado por el Sistema de Investigación, Desarrollo e Innovación de la Universidad Católica de Oriente (UCO), a través del semillero de Investigación A&NH (Alimentación y Nutrición Humana) en la convocatoria de menor cuantía. Este apoyo fue fundamental para llevar a cabo la compra de reactivos e insumos necesarios, la recolección de datos, análisis de muestras y construcción de este artículo.

Referencias

- Alcaldía de Rionegro. (2024). Monitoreo de leche. Alcaldía de Rionegro. <https://rionegro.gov.co/publicaciones/526/monitoreo-de-leche/>
- Aldana, L. P., García, I. I., Restrepo, L. M., Mora-Delgado, J., & Fandiño, C. (2020). *Características composicionales químicas de la leche cruda en predios del cañón de Anaime, Tolima. Investigaciones Andina*, 40(22), 1–9.
- Asoleche (2023). *Asociación colombiana de procesadores de la leche*. <https://www.asoleche.org/>
- Calderón - Rangel, A., Rodríguez, V. C., & Martínez- H., N. (2013). Determinación de adulterantes en leches crudas acopiadas en procesadoras de quesos en Montería (Córdoba). *Orinoquia*, 17(2), 202-206. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=89630980006>
- Cimpa (2024). *Pruebas de plataforma de leche*. Recuperado el 30 de julio de 2024, de https://www.cimpa.com.co/catalogo/pruebas_de_plataforma_de_leche_control-de-calidad_leches_saborizadas/
- Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2005). *Política sanitaria y de inocuidad para las cadenas de la carne bovina y de la leche (CONPES 3376)*. Departamento Nacional de Planeación.

- Decreto 616 de 2006. Por el cual se expide el Reglamento Técnico sobre los requisitos que debe cumplir la leche para el consumo humano que se obtenga, procese, envase, transporte, comercializa, expendi, importe o exporte en el país. Ministerio de protección social.
- Fedegan (2023). *Federación colombiana de ganaderos*. <https://www.fedegan.org.co>
- Fernández, E. F., Hernández, J. A. M., Suárez, V. M., Villares, J. M. M., Yurrita, L. R. C., Cabria, M. H., & Rey, F. J. M. (2015). Documento de Consenso: Importancia nutricional y metabólica de la leche. *Nutricion Hospitalaria*, 31(1), 92–101. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.31.1.8253>
- Ministerio de agricultura y desarrollo rural. (2012). *Resolución 000017 de 2012. Por el cual se establece el sistema de pago de la leche cruda al proveedor*. 1–18.
- Ministerio de salud y protección social (2011). *Decreto 1880 de 2011. Por el cual se señalan los requisitos para la comercialización de leche cruda para consumo humano directo en el territorio nacional*.
- Noa- Pérez, M., Landeros-Ramírez, P., Gómez-Cruz, Z., González-Aguilar, D. G., Real.
- Navarro, M., Medina-Lerena, M. S., & Reynoso Orozco, R. (2020). Incidencia de adulterantes en leches cruda y pasteurizada en el estado de jalisco, México. *E-cucba*, (12), 15–28. <https://doi.org/10.32870/e-cucba.v0i12.133>
- Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura. (2024a). *Calidad y evaluación*. <https://www.fao.org/dairy-production-products/products/quality-and-testing/es#:~:text=La%20leche%20cruda%20de%20buena,una%20composici%C3%B3n%20y%20acidez%20normales>.
- Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura (2024b). *Composición de la leche*. <https://www.fao.org/dairy-production-products/products/milk-composition/es>
- Padilla, D. G., Dávila, F. P., Alcarraz, R. R., Curi, M. F., Morán, J. V., Carrillo, S. G., Lozano, V. H., & Bravo, C. G. (2020). Effect of the supplementation of multi-nutritional blocks with agro-industrial byproducts on the production and quality of milk of criollo cows at grazing in San Martín, Peru. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Peru*, 31(4). <https://doi.org/10.15381/RIVP.V31I4.19029>
- Periago, M.-J. (2024). Higiene, inspección y control de calidad de la leche. Universidad de Murcia. <https://www.um.es/documents/4874468/10812050/tema-2.pdf/8e36eac7-23f1-45ed-b671-df6c03c4d467>
- Quitiaquez Montenegro, D. A., Muñoz Domínguez, L. C., & Jurado Gámez, H. A. (2021). Valoración de calidad composicional, sanitaria, y microbiológica de leche cruda en diferentes tercios de lactancia. *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 19(2), 147–157. <https://doi.org/10.18684/bsaa.v19.n2.2021.1675>
- Rizo Plascencia, J. Á., Villagrán de la Mora, Z., García de Alba Verduzco, J. E., Ramírez Hernández, B. C., Alvarado Loza, E., Méndez Robles, M. D., Iñiguez Muñoz, L. E., & Anaya Esparza, L. M. (2021). Evaluación de la composición físico-química y etiquetado nutrimental de leche entera pasteurizada comercial y su cumplimiento con la normatividad oficial mexicana. *E-CUCBA*, 8(16), 60–69. <https://doi.org/10.32870/ecucba.vi16.203>
- Sánchez, M. A., Murray, R. S., Montero, J., Marchini, M., Iglesias, R., & Saad, G. (2020). Importancia de la leche y sus potenciales efectos en la salud humana. *Actualización en Nutrición*, 21(2), 1–15.