



Health & Nutrition
Research

MLS Health and Nutrition Research

ISSN: 2952-2471



<https://www.mlsjournals.com/MLS-Health-Nutrition>

Enero - Junio, 2026

VOL. 5 núm. 1

MLS – HEALTH & NUTRITION RESEARCH

Vol. 5 • Núm. 1 • Junio–June–Junho • 2026

<https://www.mlsjournals.com/MLS-Health-Nutrition/index>

EQUIPO EDITORIAL / EDITORIAL TEAM / EQUIPA EDITORIAL

Editor Jefe / Editor in chief / Editor Chefe

Iñaki Elío Pascual – Universidad Europea del Atlántico, España

Editores Asociados / Associate Editors / Editores Associados

Diego Gómez Ceballos – Universidad Internacional Iberoamericana, Puerto Rico

Anna Vila Martí – Universitat de Vic - Universitat Central de Catalunya, España

Sandra Sumalla Cano – Universidad Europea del Atlántico, España

Imanol Eguren – Universidad Europea del Atlántico, España

Secretaría / Secretary / Secretário

Mariana Gómez Vicario – Universidad de Jaén, España

Consejo Científico Internacional / International Scientific Committee / Conselho Científico Internacional

Erika Fabiola Gómez García – Universidad Autónoma de Baja California, México

Beatriz Adriana Corona Figueroa – Universidad Autónoma de Guadalajara, México

Saby Camacho López – Nutrir México, México

Fabiola Rivera Ramírez – Universidad Tecnológica del Valle de Toluca, México

Edwin Enrique Martínez Leo – Universidad Latino, México

Patrocinadores:

Funiber - Fundación Universitaria Iberoamericana (España)

Universidad Internacional Iberoamericana, Campeche (México)

Universidad Europea del Atlántico, Santander (España)

Universidad Internacional Iberoamericana, Puerto Rico (EE. UU.)

Universidade Internacional do Cuanza, Cuito (Angola)

Colaboran:

Centro de Investigación en Tecnología Industrial de Cantabria (CITICAN)

Grupo de Investigación IDEO (HUM 660) – Universidad de Jaén

Centro de Innovación y Transferencia Tecnológica de Campeche (CITTECAM) – México

Lugar de edición:

MLS Journals

Parque Científico y Tecnológico de Cantabria

C/ Isabel Torres 21. 39011 Santander, España

Portada: Ciudad de México (México)

SUMARIO • SUMMARY • RESUMO

▪ Editorial.....	04
▪ Efecto del ayuno intermitente en el peso y la composición corporal en hombres y mujeres con sobrepeso, obesidad y síndrome metabólico incipiente	06
<i>Nicolás Naumann, Universidad Europea del Atlántico, España</i> Effect of Intermittent Fasting on Weight and Body Composition in Men and Women with Overweight, Obesity, and Early Metabolic Syndrome	
▪ Descripción de los hábitos y conductas alimentarias de riesgo en adolescentes de una universidad en Guanajuato.....	25
<i>Francisco Gutiérrez Hernández, Universidad Europea del Atlántico, España</i> Description of risky eating habits and behaviors among adolescents at a university in Guanajuato	
▪ Suplementación nutricional para la recuperación del daño muscular inducido por el ejercicio: ácidos grasos omega-3, curcumina y colágeno.....	42
<i>Adrián Fernández Álvarez, Universidad Europea del Atlántico, España</i> Nutritional supplementation for recovery from exercise-induced muscle damage: omega-fatty acids, curcumin, and collagen	
▪ Impactos de un programa virtual holístico sobre estado nutricional, hábitos alimentares, nivel de actividad física y salud en adultos con sobrepeso u obesidad	64
<i>Alberto Nilson, Universidad Europea del Atlántico</i> Impacts of a holistic virtual program on nutritional status, eating habits, physical activity level, and health in adults with overweight or obesity	
▪ Composición corporal e ingesta alimentaria en jugadores masculinos de rugby amateur, categoría juvenil M15 y M16 de Tigres Rugby Club, San Lorenzo	93
<i>María Fernanda Padilla, Universidad Nacional de Salta - Facultad de Ciencias de la Salud</i> Body composition and dietary intake in male amateur rugby players, juvenile category M15 and M16 of Tigres Rugby Club, San Lorenzo	
▪ Análisis de la Huella Plantar en Niños de 5 a 11 Años: Estudio en la Ciudad de Quito.	113
<i>Jessenia M. Freire Montenegro, Instituto Tecnológico Superior Universitario Libertad, Nancy G. Aguirre Vega MSc, Instituto Tecnológico Superior Universitario Libertad y. Amira B. Carrillo Valencia, Instituto Tecnológico Superior Universitario Libertad</i>	

Footprint Analysis in Children Aged 5 to 11 Years: A Study in the City of Quito

Editorial

En este primer número del quinto volumen de *MLS Health & Nutrition Research*, presentamos una edición que vuelve a reflejar la amplitud y la riqueza de la investigación actual en salud, nutrición y áreas afines. Los trabajos incluidos abordan problemas muy presentes en la práctica profesional y en la vida cotidiana: el manejo del exceso de peso, la calidad de la alimentación en adolescentes y deportistas, el papel de la suplementación nutricional, las intervenciones virtuales en salud y la importancia de evaluar de forma temprana alteraciones que pueden influir en el bienestar futuro.

Abrimos este número con un artículo dedicado al efecto del ayuno intermitente en el peso y la composición corporal en hombres y mujeres con sobrepeso, obesidad y síndrome metabólico incipiente. La revisión analiza distintas modalidades de ayuno intermitente y su posible impacto sobre el peso, la composición corporal y algunos parámetros metabólicos. Los resultados apuntan a que puede ser una estrategia útil y bien tolerada en determinados contextos, aunque también recuerdan la necesidad de seguir investigando su adherencia, seguridad y eficacia a largo plazo, especialmente cuando se plantea como herramienta de intervención nutricional en población con riesgo metabólico.

El segundo trabajo, titulado “Descripción de los hábitos y conductas alimentarias de riesgo en adolescentes de una universidad en Guanajuato”, centra la atención en una etapa especialmente sensible para la consolidación de patrones alimentarios. A través de la evaluación de hábitos de consumo y conductas de riesgo, el estudio muestra la necesidad de reforzar las acciones educativas y preventivas en el entorno académico. Más allá de los datos, el artículo invita a reflexionar sobre el papel de las instituciones educativas en la promoción de una relación más saludable con la alimentación desde edades tempranas.

Desde el ámbito de la nutrición deportiva, el artículo “Suplementación nutricional para la recuperación del daño muscular inducido por el ejercicio: ácidos grasos omega-3, curcumina y colágeno” revisa la evidencia disponible sobre tres suplementos de uso frecuente en contextos de ejercicio físico. Los resultados muestran un panorama todavía heterogéneo, con posibles beneficios en determinadas condiciones, pero también con limitaciones metodológicas importantes. Este trabajo resulta especialmente relevante porque ayuda a situar la suplementación en un marco prudente, basado en la evidencia y alejado de recomendaciones generalizadas sin suficiente respaldo científico.

El cuarto artículo, “Impactos de un programa virtual holístico sobre estado nutricional, hábitos alimentares, nivel de actividad física y salud en adultos con sobrepeso u obesidad”, aporta una mirada actual sobre las intervenciones digitales en salud. El estudio evalúa un programa virtual orientado a mejorar hábitos alimentarios, actividad física y bienestar general en personas con exceso de peso. Sus resultados muestran cambios favorables en distintos indicadores y ponen de manifiesto el potencial de las herramientas virtuales cuando se combinan con acompañamiento, educación nutricional y estrategias de apoyo conductual.

La relación entre alimentación, composición corporal y práctica deportiva se aborda también en el estudio “Composición corporal e ingesta alimentaria en jugadores masculinos de rugby amateur, categoría juvenil M15 y M16 de Tigres Rugby Club, San Lorenzo”. Esta investigación permite acercarnos a una población juvenil deportista en la que el rendimiento, el crecimiento y la calidad de la dieta deben analizarse de forma conjunta. Aunque no se observaron asociaciones estadísticamente significativas entre composición corporal e ingesta, los resultados evidencian aspectos mejorables en la distribución de macronutrientes y en la calidad de la alimentación, especialmente por el elevado consumo de ultraprocesados y la baja ingesta de frutas y verduras.

Cierra este número el artículo “Análisis de la Huella Plantar en Niños de 5 a 11 Años: Estudio en la Ciudad de Quito”, que amplía el alcance de la revista hacia la evaluación podológica y biomecánica infantil. El estudio describe la presencia de distintas alteraciones de la pisada en población escolar y subraya la importancia de realizar valoraciones tempranas que permitan detectar posibles problemas en el desarrollo motor y en la calidad de vida futura. Su aportación es especialmente valiosa por generar evidencia local en un área todavía poco explorada en el contexto estudiado.

En conjunto, este número reúne investigaciones diversas, pero unidas por una misma idea: la salud y la nutrición deben abordarse desde una perspectiva integral, contextualizada y cercana a las necesidades reales de la población. La investigación científica no puede quedarse únicamente en la descripción de problemas; debe ayudar también a comprenderlos mejor, a orientar decisiones y a abrir nuevas posibilidades de intervención.

En un tiempo en el que la información circula con rapidez, pero no siempre con el rigor necesario, *MLS Health & Nutrition Research* quiere seguir siendo un espacio donde la evidencia se transforma en diálogo, el conocimiento en criterio profesional y la investigación en oportunidades de mejora para la salud de las personas.

Cada número de la revista es también una invitación a mirar más allá de los resultados concretos de cada estudio: a preguntarnos cómo pueden aplicarse, a quién pueden beneficiar y qué nuevas preguntas abren para la comunidad científica. Ese es, probablemente, uno de los mayores valores de la investigación: no cerrar caminos, sino abrirlos.

Agradecemos sinceramente a los autores, revisores y lectores que forman parte de este proyecto editorial. Su compromiso permite que la revista continúe creciendo como un punto de encuentro para una nutrición más crítica, más humana y más conectada con los desafíos reales de nuestra sociedad.

Dr. Iñaki Elío Pascual
Editor Jefe
MLS Health and Nutrition Research

**EFFECTO DEL AYUNO INTERMITENTE EN EL PESO Y LA COMPOSICIÓN CORPORAL EN
HOMBRES Y MUJERES CON SOBREPESO, OBESIDAD Y SÍNDROME METABÓLICO
INCIPIENTE**

**Effect of Intermittent Fasting on Weight and Body Composition in Men and Women
with Overweight, Obesity, and Early Metabolic Syndrome**

Nicolas Ignacio Naumann

Universidad europea del Atlántico, España (nicolas.naumann@alumnos.uneatlantico.es) ([HTTPS://ORCID.ORG/0009-0007-8447-2900](https://orcid.org/0009-0007-8447-2900))

Información del manuscrito:

Recibido/Received: 14/09/25

Revisado/Reviewed: 23/10/25

Aceptado/Accepted: 17/03/26

RESUMEN

Palabras clave:

Ayuno intermitente, Pérdida de peso, Sobrepeso, Síndrome metabólico, Efectos adversos

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto del ayuno intermitente sobre el peso y la composición corporal en hombres y mujeres con sobrepeso, obesidad y síndrome metabólico incipiente. Además, se analizó su impacto sobre parámetros metabólicos clave, su eficacia comparada con la restricción calórica clásica, la adherencia y la aparición de eventos adversos. Se realizó una revisión narrativa de la literatura científica publicada entre 2020 y 2025, en idioma inglés, a través de bases de datos como PubMed y Google Académico. Se aplicaron filtros que incluyeron estudios en humanos mayores de 19 años, excluyendo revisiones y metaanálisis, y limitando la búsqueda a los últimos cinco años. Los estudios incluidos indican que el ayuno intermitente, en sus distintas modalidades; alimentación con restricción de tiempo (RET), ayuno en días alternos (ADF), ayuno modificado en días alternos (MADF) y ayuno prolongado (AF), resulta una estrategia eficaz y bien tolerada para la reducción de peso. En algunos casos, se observaron mejoras adicionales en parámetros glucémicos y lipídicos. No obstante, la evidencia relacionada con la adherencia a largo plazo y los posibles efectos adversos aún es escasa. A pesar de las limitaciones encontradas, los resultados respaldan el potencial del ayuno intermitente como herramienta de intervención nutricional. Se sugiere profundizar en estudios de mayor duración y con poblaciones diversas, para validar su eficacia y seguridad a largo plazo bajo supervisión profesional.

ABSTRACT

Keywords:

This study aimed to evaluate the effect of intermittent fasting on body weight and composition in men and women with overweight, obesity, and early-stage metabolic syndrome. Additionally, it sought to assess its impact on key metabolic parameters, compare its effectiveness to classical caloric restriction, and examine adherence and potential

Intermittent fasting, Weight loss,
Overweight, Metabolic syndrome,
Adverse events.

adverse events.
A narrative review of recent scientific literature was conducted, focusing on studies published between 2020 and 2025 in English. Sources included PubMed and Google Scholar. Inclusion criteria comprised original research in human participants over 19 years of age. Meta-analyses and review articles were excluded. The reviewed studies suggest that intermittent fasting, whether through time-restricted eating (TRE), alternate-day fasting (ADF), modified alternate-day fasting (MADF), or prolonged fasting (PF), is an effective and generally well-tolerated strategy for weight loss. Some protocols also demonstrated additional benefits on glycemic and lipid profiles. However, evidence regarding long-term adherence and adverse effects remains scarce. Despite some limitations in the current body of evidence, findings support the potential of intermittent fasting as a viable nutritional intervention. Further high-quality research with longer follow-up periods and diverse populations is warranted to better determine its long-term efficacy, safety, and sustainability. Intermittent fasting could be considered a complementary tool in nutritional therapy, either as a stand-alone approach or in combination with conventional dietary strategies, provided it is implemented under appropriate professional guidance.

Introducción

Se proyecta que, para el año 2035, más de 4 mil millones de personas a nivel global padecerán sobrepeso u obesidad, un aumento respecto a los 2.6 mil millones registrados en 2020. Este incremento representa una subida del 38% al 50% de la población mundial en ese lapso. En cuanto a la obesidad, se anticipa que pasará del 14% al 24% de la población, afectando a cerca de 2 mil millones de adultos, niños y adolescentes (1).

La obesidad es una enfermedad crónica y multifactorial caracterizada por un exceso de tejido graso en el cuerpo, lo cual tiene implicaciones negativas para la salud. Esta patología incrementa considerablemente el riesgo de desarrollar otras enfermedades como la diabetes tipo 2 y problemas cardiovasculares, además de impactar negativamente la salud ósea y reproductiva, llevando a la posible aparición de un síndrome metabólico incipiente. Asimismo, se asocia con un mayor riesgo de algunos tipos de cáncer y afecta la calidad de vida en aspectos esenciales como el sueño y el movimiento del cuerpo. (1, 2, 4 – 6).

En la última década, el enfoque en nutrición ha evolucionado desde la dieta mediterránea hacia tendencias como la dieta cetogénica, las bajas en carbohidratos y los ayunos prolongados. El ayuno, definido como la abstención de alimentos y bebidas calóricas sea por motivos terapéuticos, espirituales, religiosos o incluso modas, ha demostrado diversos beneficios fisiológicos. (3)

Aunque se han observado mejoras en la reducción de peso y grasa corporal, es esencial establecer pautas claras para los días de ayuno y no ayuno, con el fin de optimizar la adherencia y maximizar los beneficios en la composición corporal. A pesar de la evidencia disponible sobre el ayuno y la restricción calórica, aún no existe un protocolo seguro y estandarizado para guiar a nutricionistas y profesionales de la salud. Por ello, es crucial profundizar en este tema para poder maximizar sus beneficios en la práctica clínica. El ayuno forma parte del día a día de toda la población es un proceso fisiológico inevitable, ya que se produce de forma natural en los periodos de no ingesta de alimentos, por ello conocer y ampliar la información al respecto es crucial para un correcto manejo del mismo (4–10).

Por todo lo anterior, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto del ayuno intermitente sobre el peso y la composición corporal en hombres y mujeres con sobrepeso, obesidad y síndrome metabólico incipiente. Además, se analizó su impacto sobre parámetros metabólicos clave, su eficacia comparada con la restricción calórica clásica, la adherencia y la aparición de eventos adversos.

Método

Se realizó una Revisión Narrativa de la literatura científica. Para asegurar la relevancia y actualidad de los artículos analizados, se empleó una estrategia de búsqueda estructurada con el objetivo de analizar la evidencia reciente sobre los efectos del ayuno intermitente (AI) en la composición corporal y parámetros metabólicos en personas con sobrepeso u obesidad.

La búsqueda de artículos se realizó entre febrero y marzo de 2025. La base de datos principal utilizada fue PubMed. Adicionalmente, se utilizó Google Académico como fuente complementaria para identificar estudios relevantes que pudieran no estar indexados en la búsqueda principal.

Las palabras clave (keywords) utilizadas, en diversas combinaciones booleanas (AND/OR), incluyeron: "intermittent fasting", "fasting", "weight loss", "metabolic syndrome", y "calorie restriction".

Se establecieron los siguientes criterios de inclusión: ensayos clínicos en humanos; población de estudio mayor de 19 años, con sobrepeso, obesidad o síndrome metabólico incipiente; artículos publicados en los últimos 5 años (enero 2020 - marzo 2025); y artículos en idioma inglés.

Se aplicaron los siguientes criterios de exclusión: revisiones bibliográficas, sistemáticas y metaanálisis; estudios en modelos animales; y protocolos de estudio, editoriales o cartas al editor. La búsqueda inicial con las palabras clave arrojó un número elevado de resultados. Para gestionar la selección, se aplicó un proceso de cribado en dos fases:

Fase 1: Se revisaron los títulos y resúmenes de todos los artículos identificados para descartar duplicados y aquellos que claramente no cumplían los criterios de inclusión (ej. revisiones, estudios en animales).

Fase 2: Se realizó una lectura a texto completo de los artículos preseleccionados.

Dado que el objetivo era realizar una revisión narrativa, la selección final no buscó ser exhaustiva (como en una revisión sistemática), sino representativa. Se priorizaron aquellos ensayos clínicos que aportaban datos relevantes sobre las distintas modalidades de AI (RET, ADF/MADF, etc.), su efecto en la composición corporal y la adherencia. Mediante este proceso de selección cualitativa, se identificó una selección final de 14 artículos que se consideraron los más relevantes y metodológicamente sólidos para construir el análisis y la discusión del presente trabajo.

Discusión y conclusiones

La implementación del ayuno intermitente mediante una restricción del período de alimentación (RET), especialmente en el protocolo 16:8 (que consiste en ayunar durante 16 horas y limitar la ingesta de alimentos a una ventana de 8 horas), ha sido evaluada en diversos ensayos clínicos como estrategia para mejorar la composición corporal, el control glucémico y los parámetros metabólicos en personas con sobrepeso, obesidad o riesgo de desarrollar enfermedades metabólicas. La mayoría de los estudios seleccionados coincide en señalar efectos positivos a corto y mediano plazo (6,7,9-11), aunque con matices según la población estudiada y el diseño de intervención, como se puede observar en la Tabla 1.

Diversos ensayos controlados han evidenciado la eficacia del RET 16:8 en adultos con sobrepeso u obesidad. Por ejemplo, el estudio de Schroder et al. (6) en mujeres de mediana edad reportó reducciones significativas en peso corporal, grasa total y circunferencia de cintura. En dicho estudio, además, se observó una disminución del IMC sin cambios relevantes en marcadores metabólicos, lo que llevó a los autores a concluir que el RET es una estrategia efectiva para la pérdida de peso y la reducción del riesgo cardiovascular (6), sugiriendo que los beneficios podrían estar mediados principalmente por la pérdida de masa grasa. Esta mejora antropométrica podría influir positivamente en la adherencia.

De forma similar, Kotarsky et al. (10) hallaron que el RET 16:8, comparado con una alimentación normal, resultó en una mayor pérdida de peso (-3.3 %) y grasa corporal (-9.0 %). Este hallazgo les permitió proponer el RET como una estrategia efectiva a corto

plazo para reducir la grasa corporal y aumentar la masa magra en adultos con sobrepeso y obesidad (10).

En esta misma línea, Sukkriang et al. (7) y Teong et al. (11), utilizando mayores tamaños muestrales y comparaciones con otros grupos, evidenciaron además mejoras significativas en glucosa en ayunas, HbA1c y perfil lipídico. De hecho, Sukkriang et al. (7) concluyeron que tanto el régimen 16:8 como el 14:10 demostraron beneficios claros en la reducción de peso, la mejora del control glucémico y el perfil lipídico. Por su parte, el estudio de Teong et al. (11), que incorporó un seguimiento más prolongado, destacó una mayor mejora en la tolerancia a la glucosa frente a la restricción calórica convencional, validando el RET como una alternativa superior para este parámetro (11). No obstante, es relevante notar que este último estudio también reportó efectos secundarios leves (fatiga, cefalea, estreñimiento), lo que subraya la importancia de adaptar el protocolo.

Finalmente, Domaszewski et al. (9) aportaron evidencia relevante en adultos mayores, población poco representada. Aunque la pérdida de peso fue generalizada, la reducción de grasa visceral y perímetro de cintura fue significativa solo en varones. Tal como señalan los autores, esta intervención fue efectiva para reducir el peso en ambos sexos, pero la diferencia en grasa visceral sugiere una interacción entre sexo biológico y respuesta fisiológica al RET (9). La elevada adherencia (>98 %) indica que esta estrategia puede ser factible también en el envejecimiento saludable.

En conjunto, los estudios analizados sugieren que el RET 16:8 es una intervención efectiva y, en general, bien tolerada para la mejora del peso corporal, con potenciales beneficios metabólicos adicionales. Sin embargo, esta conclusión debe tomarse con cautela debido a las limitaciones metodológicas persistentes en este conjunto de estudios. La duración breve de las intervenciones (típicamente 6-12 semanas) es un factor crítico; por ejemplo, la alta adherencia (>98%) reportada por Domaszewski et al. (9) en adultos mayores es un hallazgo prometedor, pero es incierto si esta sostenibilidad podría mantenerse en un seguimiento a 6 o 12 meses. Junto a esto, la falta de grupos control robustos en algunos diseños dificulta aislar el efecto del patrón horario. Estudios no aleatorizados, como el de Schroder et al. (6), no permiten descartar que los beneficios observados provengan de la restricción calórica espontánea más que del ayuno en sí mismo. Finalmente, existe una heterogeneidad notable en los resultados metabólicos: mientras Teong et al. (11) reportaron mejoras claras en la tolerancia a la glucosa, Schroder et al. (6) no encontraron cambios relevantes en biomarcadores. Esta discrepancia subraya que los mecanismos fisiológicos aún no están completamente dilucidados, y los efectos adversos, aunque leves (11), deben ser considerados en el seguimiento clínico.

Tabla 1 Estudios sobre el Ayuno RET y grupo control en personas con sobrepeso, obesidad y/o síndrome metabólico incipiente.

Autor, año	Diseño del estudio	Población	N (Muestra)	Duración	Intervención	Resultados principales
Schroder, et al. 2021. (6)	Ensayo clínico controlado no aleatorizado	Mujeres obesas de mediana edad.	32 (RET = 20, Control 12)	3 meses	RET (16:8) vs Control	Reducción de peso (-4 kg; $p < 0.05$), disminución de IMC ($p < 0.05$), % Grasa y Circ. Cintura ($p < 0.05$). (Sin cambios en biomarcadores; $p > 0.05$).
Sukkriang, et al. 2024. (7)	Ensayo clínico aleatorizado y controlado	Adultos con obesidad	99 (en 3 grupos)	3 meses	RET (16:8) vs. RET (14:10) vs. Control	Reducción de peso significativa en grupos RET (vs. Control; $p < 0.001$). Mayor pérdida en 16:8 que en 14:10 ($p < 0.001$). Mejoras significativas en glucosa y perfil lipídico (vs. Control).
Domaszewski, et al. 2023. (9)	Ensayo clínico aleatorizado	Adultos mayores con sobrepeso (65-74 años)	166	6 semanas	RET (16:8) vs. Control	Reducción de peso (Hombres: -1.8 kg; Mujeres: -1.3 kg; $p = 0.03$). Hombres: Reducción de Grasa visceral ($p \leq 0.001$) y Circ. Cintura ($p \leq 0.015$). (Mujeres sin cambios significativos en grasa o cintura; $p > 0.05$).
Kotarsky, et al. 2021. (10)	Ensayo clínico aleatorizado y controlado	Adultos con sobrepeso u obesidad	21	8 semanas	RET (16:8) vs. Control	Reducción de peso (-3.3%; $p < 0.05$ vs. control) y reducción de Grasa corporal (-9.0%; $p < 0.05$ vs. control) en grupo RET.
Teong, et al. 2023. (11)	Ensayo clínico aleatorizado, controlado	Adultos con riesgo de Diabetes Tipo 2	209	6 meses (seguimiento 12 semanas)	RET + Restricción Calórica vs. Restricción Calórica Clásica vs. Control	Mayor mejora en tolerancia a la glucosa en grupo RET (vs. RCC; $p = 0.03$ a los 6 meses). (Efectos adversos leves y transitorios reportados: fatiga, cefalea, estreñimiento).

Además del protocolo 16:8, se han estudiado otras variantes de ayuno intermitente como el ayuno en días alternos (ADF) y su versión modificada (MADF), mostrando efectos positivos sobre la composición corporal y variables metabólicas en personas con sobrepeso u obesidad (4,8,12,13–15). Si bien las dinámicas de restricción difieren, los estudios coinciden en mostrar beneficios clínicamente relevantes, con algunas particularidades según el protocolo, como se resume en la Tabla 2.

En cuanto al ADF, los estudios de Chair et al. (4) y Ekberg et al. (15) compararon este protocolo con otros enfoques. Chair et al. (4) destacaron una mayor reducción de peso e IMC en el grupo ADF comparado con RET, concluyendo que, aunque ambas estrategias son efectivas, el ADF podría ofrecer una mayor reducción de peso en el corto plazo (4). Por su parte, Ekberg et al. (15) demostraron que el protocolo 5:2 (una variante del MADF que generalmente consiste en cinco días de alimentación normal y dos días no consecutivos de ayuno modificado o ingesta muy baja en calorías) fue efectivo en personas con diabetes tipo 2, logrando mejoras en la sensibilidad insulínica en sujetos sin diabetes. Esto llevó a los autores a validar la dieta 5:2 como una intervención viable y eficiente para el manejo del sobrepeso en ambos perfiles (15), sugiriendo que el ADF/MADF puede adaptarse a diferentes perfiles clínicos.

A pesar de estos hallazgos positivos, persisten interrogantes sobre si los efectos se deben al patrón horario en sí o a la reducción calórica total no siempre controlada. Además, aún no se comprenden completamente los mecanismos fisiológicos detrás de su efecto sobre la sensibilidad a la insulina o la grasa visceral. En términos de tolerancia, el ADF puede presentar desafíos prácticos debido a su alternancia entre días de restricción y alimentación libre, lo cual podría afectar la adherencia a largo plazo. La evidencia disponible sobre su impacto en conducta alimentaria, saciedad o estado de ánimo es aún limitada, lo que dificulta evaluar su sostenibilidad fuera de entornos controlados.

En lo que respecta al MADF (protocolo 5:2), la evidencia es mixta. Keenan et al. (8) y Pannen et al. (14) lo compararon con la restricción calórica continua (RCC). Aunque Keenan et al. (8) reportaron mayores reducciones en colesterol total y LDL, considerando ambas estrategias bien toleradas (8), el estudio de Pannen et al. (14) (con un seguimiento de 102 semanas) concluyó que, si bien la pérdida de peso era similar a la RCC, la adherencia al MADF fue más difícil de mantener a largo plazo (14). Esta cuestión de la sostenibilidad es central. Además, la calidad nutricional es una preocupación, ya que Scholtens et al. (13) advirtieron que, a pesar de ser efectiva para la pérdida de peso, la dieta 5:2 puede presentar deficiencias en micronutrientes esenciales como calcio, zinc y magnesio (13). Finalmente, Witjaksono et al. (12) encontraron que, si bien el 5:2 favoreció la pérdida de peso, no tuvo un impacto significativo en la composición corporal en comparación con el control (12), poniendo en duda su relevancia clínica en ese contexto.

En conjunto, la evidencia indica que ADF y MADF pueden ser eficaces para la pérdida de peso, pero su sostenibilidad y seguridad plantean dudas. Las limitaciones metodológicas en este grupo de estudios son profundas: la heterogeneidad en la duración es extrema, yendo desde las 3 semanas de Chair et al. (4) hasta las 102 semanas de Pannen et al. (14), lo que hace casi imposible comparar la sostenibilidad real. El principal desafío de estos protocolos es la adherencia sostenida; aunque las tasas de cumplimiento en ensayos clínicos superan el 80%, la evidencia de Pannen et al. (14) sugiere que esto disminuye drásticamente en contextos reales. Además, la evaluación del estado nutricional global es escasa; el hallazgo de deficiencias de micronutrientes de Scholtens et al. (13) es una señal de alarma que indica la necesidad de un acompañamiento profesional riguroso. Por ello, tanto el ADF como el MADF deben ser considerados con precaución, requiriendo una aplicación adaptada al paciente y mayor investigación a largo plazo para establecer su rol dentro de un abordaje nutricional integral.

Tabla 2 Estudios sobre el Ayuno ADF, MADF y grupo control en personas con sobrepeso, obesidad y/o síndrome metabólico incipiente.

Autor, año	Diseño del estudio	Población	N (Muestra)	Duración	Intervención	Resultados principales
Chair, et al. 2022. (4)	Ensayo clínico aleatorizado y controlado.	Adultos con sobrepeso/obesidad y prediabetes	101 (en 3 grupos)	3 semanas	ADF vs. RET (16:8) vs. Control	Reducción de peso, IMC y circ. cintura (ADF y RET vs. Control; $p < .05$). Mayor reducción de peso e IMC en ADF (vs. RET; $p < .001$). Mejoras en glucosa y triglicéridos (vs. Control; $p < .05$).
Scholtens, et al. 2020. (13)	Ensayo clínico aleatorizado.	Adultos con sobrepeso/obesidad (con y sin DBT2)	38 (H=27, M=11)	6 semanas	MADF (Protocolo 5:2)	Disminución significativa en la ingesta de carbohidratos y fibra ($p < 0.001$). Ingesta de micronutrientes (Ca, Zn, Mg, K) por debajo de las recomendaciones.
Pannen, et al. 2021 (14)	Ensayo clínico aleatorizado.	Adultos con sobrepeso u obesidad (35-65 años)	98	12 semanas (seguimiento 102 semanas)	MADF vs. Restricción Calórica Clásica (RCC)	Efectividad similar en pérdida de peso (MADF vs RCC) a 2 años ($p = 0.63$). Sin diferencias significativas en composición dietética a largo plazo. (Peor adherencia reportada en MADF vs RCC).
Keenan, et al. 2022 (8)	Ensayo clínico aleatorizado.	Adultos (H=17, M=17) con IMC > 27.0 Kg/m ²	34	12 semanas	MADF (5:2) vs. Restricción Calórica Clásica (RCC)	Reducción significativa de Colesterol Total (TC; $p < 0.001$) y LDL-C ($p < 0.001$) en ambos grupos. Mayor reducción de TC y LDL-C en el grupo MADF (vs. RCC). Alta adherencia (~80%) reportada en ambos grupos.
Witjaksono, et al. 2022. (12)	Ensayo clínico controlado aleatorizado no ciego.	Participantes (adultos)	50 (AI=25, Control=25)	3 meses	MADF (Protocolo 5:2) vs. Control	Reducción de peso significativa dentro del grupo de ayuno ($p = 0.023$). Sin cambios significativos en composición corporal (masa grasa, masa magra) entre grupos (vs. control; $p > 0.05$).
Ekberg, et al. 2024. (15)	Ensayo clínico no aleatorizado controlado.	Adultos con Diabetes Tipo 2 y controles sin diabetes	97 (DBT=35, Control=62)	6 meses (seguimiento 12 meses)	MADF (Protocolo 5:2)	Reducción de Glucosa (DBT2; $p < 0.05$) y de Insulina (Control; $p < 0.05$). Ambos grupos: Mejoras en C-péptido, HOMA-IR, cintura, IMC, % grasa ($p < 0.05$). Mayor mejora en glucosa y cintura en DBT2 (vs. Control; $p < 0.05$).

Como se observa en la Tabla 3, los estudios que evaluaron protocolos de ayuno intermitente con episodios superiores a 24 horas reportaron mejoras en el peso corporal, grasa total y parámetros cardiometabólicos (5,16,17). Aunque menos frecuentes en la literatura, estas intervenciones podrían ofrecer beneficios superiores en ciertos indicadores, si bien persisten dudas sobre su viabilidad a largo plazo.

Arciero et al. (5) compararon la eficacia de uno versus dos días consecutivos de ayuno prolongado por semana, en el contexto de una dieta hipocalórica y rica en proteínas. Ambos enfoques redujeron peso, grasa corporal, perímetro de cintura y presión arterial, aunque el grupo con dos días de ayuno consecutivo (AI-2) presentó descensos significativamente mayores en peso (-29%) y cintura (-38%). Además, no se observaron aumentos en la sensación de hambre ni alteraciones en hormonas relacionadas con el apetito (ghrelina, GLP-1), posiblemente por un aumento de cuerpos cetónicos, una dieta densa en proteínas y fibra, y una posible modulación del eje intestino-cerebro. Estos hallazgos refuerzan la factibilidad y buena tolerancia del ayuno prolongado, incluso con una restricción calórica del 40%.

En el estudio de Teong et al. (16), mujeres con sobrepeso u obesidad siguieron ayunos de 24 horas tres veces por semana, en comparación con una restricción calórica continua. El grupo de ayuno logró mayor pérdida de peso y grasa corporal, sin efectos adversos sobre el estado de ánimo, el sueño, la cognición ni la conducta alimentaria. La inclusión de desayunos parciales y caldos hipocalóricos durante los días de ayuno, junto con una supervisión estructurada, podría haber favorecido la adherencia. A pesar de la intensidad del protocolo, los autores no hallaron deterioro cognitivo, lo que apoya su seguridad psicológica en esta población.

Un aspecto interesante de este trabajo es que las evaluaciones se realizaron también en días de ayuno, lo que otorga mayor solidez a los hallazgos, ya que descarta posibles efectos transitorios de fatiga mental o cambios emocionales inmediatos durante el ayuno prolongado. Esto sugiere que, al menos en el corto plazo, las mujeres con sobrepeso u obesidad pueden sostener este tipo de esquemas sin comprometer su desempeño cognitivo ni su bienestar emocional.

Además, la estructura del protocolo pone en evidencia la importancia del diseño práctico de las intervenciones. El hecho de permitir pequeñas ingestas en forma de caldos o desayunos parciales, lejos de invalidar el concepto de ayuno, parece haber sido una estrategia útil para sostener la adherencia sin interferir con los resultados metabólicos y de composición corporal. Este punto abre el debate sobre la flexibilidad que pueden tener los protocolos de ayuno intermitente prolongado y sobre cómo ajustes relativamente pequeños pueden marcar la diferencia en la viabilidad clínica.

Por último, Liu et al. (17) compararon tres estrategias: ayuno de 24 h tres veces por semana con ingesta del 70% (AI70) o del 100% (AI100) de las necesidades calóricas en los días de alimentación, y restricción calórica continua al 70% (CR70). El grupo AI70 presentó mayor pérdida de peso y grasa, así como mayor movilización lipídica (reducción de ácidos grasos no esterificados), pero también mostró disminución en la sensibilidad a la insulina y menor expresión de enzimas antioxidantes, lo que sugiere un posible efecto adverso metabólico cuando no se alcanza una ingesta suficiente en los días de comida.

En conjunto, los datos respaldan la eficacia del ayuno intermitente prolongado como estrategia para la pérdida de peso y mejora cardiometabólica. Sin embargo, sus efectos sobre la sensibilidad a la insulina y el estrés oxidativo plantean interrogantes sobre su seguridad, especialmente en mujeres con sobrepeso. Además, la corta duración de los estudios (4–8 semanas) limita la extrapolación de los resultados. Futuros ensayos deberán abordar la sostenibilidad, tolerancia y seguridad a largo plazo de estos protocolos en diversas poblaciones.

Tabla 3. Estudios sobre el Ayuno PF y grupo control en personas con sobrepeso, obesidad y/o síndrome metabólico incipiente.

Autor, año	Diseño del estudio	Población	N (Muestra)	Duración	Intervención	Resultados principales
Arciero, et al. 2022 (5)	Ensayo clínico controlado aleatorizado.	Adultos con sobrepeso	20	4 semanas	Ayuno 1 día (AI-1) vs. Ayuno 2 días (AI-2). (Ambos con carga proteica).	Reducción sig. en peso, cintura, % grasa y lípidos en ambos grupos (AI-1 y AI-2; $p < 0.05$). Mayor reducción en peso (-29%) y cintura (-38%) en el grupo AI-2 (vs. AI-1; $p < 0.05$). Tendencia a mayor reducción de grasa y glucosa en AI-2 ($p < 0.10$).
Teong, et al. 2021 (16)	Análisis secundario de un ensayo clínico controlado y aleatorizado.	Mujeres con sobrepeso u obesidad (edad media 50)	46	8 semanas	Ayuno 24h (AI) vs. Restricción calórica clásica (RCC). (Ambas al 70% requerimientos energéticos).	Mayor pérdida de peso y grasa corporal en AI (vs. RCC; $p < .001$). Sin diferencias (vs. RCC) en conducta alimentaria, estado de ánimo, sueño o calidad de vida ($p > .05$). Sin efectos adversos en cognición o estado de ánimo durante los días de ayuno ($p > .05$).
Liu, et al. 2021 (17)	Análisis secundario de un ensayo clínico controlado y aleatorizado.	Mujeres (IMC 25-40)	76 (en 3 grupos)	8 semanas	CR70 (RCC 70%) vs. AI70 (Ayuno 24h/3 veces por semana, 70% calorías) vs. AI100 (Ayuno 24h/3 veces por semana, 100% calorías)	Mayor pérdida de peso y grasa en AI70 (vs. RCC70/AI100; $p < 0.05$). Grupos AI: Reducción sig. de enzimas antioxidantes (vs. RCC70; $p < 0.05$). Ayuno de 24h: Empeoró la sensibilidad a la insulina ($p < 0.05$).

Discusión de los Mecanismos Fisiológicos Subyacentes

Los consistentes resultados en la reducción de peso y masa grasa observados en la mayoría de los estudios analizados (6, 10, 16) se fundamentan en los profundos cambios metabólicos que el ayuno induce. Al cesar la ingesta, el cuerpo transita de un estado anabólico a uno catabólico, con el objetivo de mantener la homeostasis energética. Tras agotarse las reservas de glucógeno hepático (generalmente en las primeras 12-16 horas), el cuerpo activa un "interruptor metabólico" (metabolic switch), iniciando una transición clave desde la utilización de glucosa hacia la movilización de ácidos grasos del tejido adiposo.

Este cambio metabólico desencadena una cascada de adaptaciones fisiológicas. El ayuno favorece la catabolización de lípidos para mantener los niveles de glucosa en sangre, y entre sus beneficios destacan la inducción de la cetogénesis, la regulación hormonal (notablemente la reducción de la insulina basal), la reducción del estrés oxidativo y de la inflamación, así como un aumento en la resistencia al estrés, la activación de la lipólisis y la autofagia (3). La activación de la lipólisis y la subsecuente cetogénesis son los mecanismos directos que explican la reducción de masa grasa reportada en casi todos los estudios (5, 10, 16). Paralelamente, la reducción del estrés oxidativo y la inflamación (3) son cruciales para entender las mejoras en la salud cardiometabólica. Estos mecanismos son coherentes con los hallazgos de Teong et al. (11) y Ekberg et al. (15), quienes reportaron mejoras significativas en la tolerancia a la glucosa y la sensibilidad a la insulina, respectivamente.

Es importante matizar, sin embargo, que la mayoría de los ensayos clínicos incluidos en esta revisión (Tabla 1-3) no midieron directamente estos mecanismos moleculares; se centraron en resultados antropométricos y biomarcadores estándar. Por tanto, la conexión entre el mecanismo (ej. autofagia) y el resultado (ej. pérdida de peso) se infiere teóricamente (3). Además, la relación no es siempre positiva. El estudio de Liu et al. (17) es un recordatorio de esta complejidad, ya que sus hallazgos de una disminución en la sensibilidad a la insulina y una menor expresión de enzimas antioxidantes en el grupo AI70 sugieren que una restricción excesiva puede, paradójicamente, inducir un estado de estrés metabólico adverso. Esto subraya que los beneficios fisiológicos del ayuno no son lineales y dependen de la intensidad del protocolo.

Discusión general de los hallazgos

El análisis de los 14 estudios revisados revela que el ayuno intermitente, en sus diversas modalidades, es una estrategia eficaz para la reducción del peso corporal y la mejora de la composición corporal en personas con sobrepeso, obesidad y síndrome metabólico incipiente. Los protocolos más comunes, como el RET 16:8 (6, 10) o el ayuno en días alternos (4), han mostrado reducciones significativas en la masa grasa. En comparación directa con las dietas tradicionales de restricción calórica continua (RCC), el AI demuestra ser, como mínimo, comparable en eficacia (14), aunque algunos estudios sugieren una mayor pérdida de grasa (16) o beneficios metabólicos superiores (11).

En cuanto a los parámetros metabólicos, el AI favorece la mejora en la glucosa en sangre, la resistencia a la insulina y el perfil lipídico, aunque estos hallazgos son más heterogéneos que los de la pérdida de peso. Estudios como los de Teong et al. (11) y Ekberg et al. (15) mostraron mejoras claras en el control glucémico. Otros, como Keenan et al. (8), destacaron reducciones en el colesterol LDL. Sin embargo, la magnitud de estos efectos varía entre estudios (6), y algunos incluso advierten sobre posibles riesgos metabólicos (como la disminución de la sensibilidad a la insulina en protocolos de ayuno

prolongado muy restrictivos) (17). Esto sugiere que los beneficios del AI pueden depender fuertemente del protocolo específico y del estado metabólico basal del individuo.

Respecto a la adherencia, si bien el AI suele ser bien tolerado, no está exento de desafíos. Algunos individuos experimentan efectos secundarios iniciales como fatiga, cefalea o irritabilidad (11), aunque estos suelen ser transitorios. La sostenibilidad a largo plazo es el verdadero desafío: protocolos más flexibles como el RET 16:8 parecen tener una alta adherencia (9), mientras que protocolos más exigentes como el MADF 5:2 han mostrado una adherencia decreciente en seguimientos a largo plazo (14). La evidencia disponible sugiere que la flexibilidad, la supervisión profesional y una adaptación progresiva son claves para favorecer la continuidad en el tiempo.

Al comparar los distintos tipos de ayuno intermitente analizados, todos muestran efectos positivos en la pérdida de peso. El patrón RET (especialmente 16:8) destaca por su equilibrio entre eficacia y sostenibilidad, siendo probablemente la opción más viable para la práctica clínica inicial. El ADF/MADF (Protocolo 5:2) parece generar mayores reducciones de peso a corto plazo (4) y mejoras en la sensibilidad a la insulina (15), pero a costa de una potencial menor adherencia a largo plazo (14) y riesgos nutricionales (13). Finalmente, el ayuno prolongado (>24h) muestra un gran potencial (5), pero la evidencia sobre su seguridad y eficacia clínica es aún escasa y presenta resultados contradictorios (17).

Conclusiones e Implicaciones Futuras

Esta revisión narrativa confirma que el ayuno intermitente (AI), en sus diversas modalidades (RET, ADF/MADF y ayunos prolongados), es una estrategia de intervención nutricional efectiva para la reducción del peso corporal y la mejora de la composición corporal en adultos con sobrepeso y obesidad. Los hallazgos de los 14 ensayos clínicos analizados sugieren que sus beneficios son, como mínimo, comparables a la restricción calórica continua (RCC) (11, 14), y en ciertos parámetros como la pérdida de masa grasa (16) o la mejora de la tolerancia a la glucosa (11), podrían ser incluso superiores. Sin embargo, la principal ventaja del AI no parece ser una superioridad metabólica universal, sino su potencial como una alternativa viable que puede favorecer la adherencia en pacientes donde la RCC ha fracasado. El éxito de la intervención no radica en un protocolo único, sino en la personalización. La implementación debe ser adaptada, teniendo en cuenta las características individuales, el estado metabólico basal (15) y el estilo de vida del paciente. Fundamentalmente, esta estrategia debe ser implementada siempre bajo supervisión profesional, con el fin de optimizar la adherencia, reducir riesgos (como la fatiga o cefalea reportada por Teong et al. (11)) y monitorizar la calidad nutricional para prevenir deficiencias de micronutrientes (13) o efectos metabólicos adversos (17).

Es fundamental, sin embargo, contextualizar el alcance de esta revisión. El diseño del estudio, enfocado en una síntesis cualitativa, implica que la selección de 14 artículos, si bien es intencionadamente representativa de las modalidades de AI, no es exhaustiva. Esto puede introducir un sesgo de selección al priorizar ciertos hallazgos sobre otros, potencialmente obviando estudios con resultados nulos o contradictorios. Asimismo, la metodología de búsqueda presenta sus propios límites: al restringirse a la base de datos PubMed (complementada con Google Académico) y al idioma inglés, es posible que investigaciones relevantes de otras regiones o idiomas hayan sido excluidas. Una limitación adicional es la omisión de una evaluación formal de la calidad metodológica (ej. riesgo de sesgo) de cada ensayo. Por ello, estudios con diseños metodológicamente menos robustos (ej. no aleatorizados) se discuten junto a ensayos controlados, y los hallazgos

deben ser interpretados como un análisis del panorama actual, no como un meta-análisis cuantitativo.

Finalmente, para fortalecer la evidencia disponible, futuras investigaciones deberían superar las limitaciones aquí identificadas. Es imperativo realizar ensayos controlados aleatorizados con muestras más amplias y diversas que incluyan diferentes grupos etarios y étnicos. La duración de los estudios es el factor más crítico; se necesitan seguimientos a largo plazo (>1 año) para evaluar la sostenibilidad real de la adherencia, un punto débil identificado en protocolos como el MADF (14). Más allá del peso, la investigación futura debe evaluar sistemáticamente el impacto sobre la calidad nutricional (abordando los riesgos de micronutrientes vistos en Scholtens et al. (13)), la salud ósea y la seguridad metabólica, especialmente en ayunos prolongados (considerando los hallazgos de Liu et al. (17) sobre sensibilidad a la insulina). Además, se necesita una mayor investigación sobre el impacto del AI en la salud mental, la calidad del sueño y la conducta alimentaria a largo plazo, aspectos que Teong et al. (16) solo midieron a corto plazo. Otro campo poco explorado es el análisis de costo-efectividad del AI comparado con la RCC o con tratamientos farmacológicos para la obesidad. Asimismo, es clave establecer protocolos de intervención estandarizados y comparaciones directas con la RCC en diseños de no inferioridad, para delimitar con mayor claridad las ventajas y limitaciones del ayuno intermitente como herramienta terapéutica en la práctica clínica.

Referencias

1. World_Obesity_Atlas_2023_Report.pdf [Internet]. [citado 26 de febrero de 2025]. Disponible en: https://s3-eu-west-1.amazonaws.com/wof-files/World_Obesity_Atlas_2023_Report.pdf
2. Obesidad y sobrepeso [Internet]. [citado 26 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
3. Attinà A, Leggeri C, Paroni R, Pivari F, Dei Cas M, Mingione A, et al. Fasting: How to Guide. *Nutrients*. mayo de 2021;13(5):1570.
4. Chair SY, Cai H, Cao X, Qin Y, Cheng HY, Ng MT. Intermittent Fasting in Weight Loss and Cardiometabolic Risk Reduction: A Randomized Controlled Trial. *J Nurs Res*. febrero de 2022;30(1):e185.
5. Arciero PJ, Arciero KM, Poe M, Mohr AE, Ives SJ, Arciero A, et al. Intermittent fasting two days versus one day per week, matched for total energy intake and expenditure, increases weight loss in overweight/obese men and women. *Nutr J*. 4 de junio de 2022;21(1):36.
6. Schroder JD, Falqueto H, Mânica A, Zanini D, de Oliveira T, de Sá CA, et al. Effects of time-restricted feeding in weight loss, metabolic syndrome and cardiovascular risk in obese women. *J Transl Med*. 6 de enero de 2021;19(1):3.
7. Sukkriang N, Buranapin S. Effect of intermittent fasting 16:8 and 14:10 compared with control-group on weight reduction and metabolic outcomes in obesity with type 2 diabetes patients: A randomized controlled trial. *J Diabetes Investig*. 2024;15(9):1297-305.
8. Keenan S, Cooke MB, Chen WS, Wu S, Belski R. The Effects of Intermittent Fasting and Continuous Energy Restriction with Exercise on Cardiometabolic Biomarkers, Dietary Compliance, and Perceived Hunger and Mood: Secondary Outcomes of a Randomised, Controlled Trial. *Nutrients*. enero de 2022;14(15):3071.
9. Domaszewski P, Konieczny M, Dybek T, Łukaniszyn-Domaszewska K, Anton S, Sadowska-Krępa E, et al. Comparison of the effects of six-week time-restricted eating on weight loss, body composition, and visceral fat in overweight older men and women. *Exp Gerontol*. 1 de abril de 2023;174:112116.
10. Kotarsky CJ, Johnson NR, Mahoney SJ, Mitchell SL, Schimek RL, Stastny SN, et al. Time-restricted eating and concurrent exercise training reduces fat mass and increases lean mass in overweight and obese adults. *Physiol Rep*. 2021;9(10):e14868.
11. Teong XT, Liu K, Vincent AD, Bensalem J, Liu B, Hattersley KJ, et al. Intermittent fasting plus early time-restricted eating versus calorie restriction and standard care in adults at risk of type 2 diabetes: a randomized controlled trial. *Nat Med*. abril de 2023;29(4):963-72.
12. Witjaksono F, Prafiantini E, Rahmawati A. Effect of intermittent fasting 5:2 on body composition and nutritional intake among employees with obesity in Jakarta: a randomized clinical trial. *BMC Res Notes*. 12 de octubre de 2022;15(1):323.
13. Scholtens EL, Krebs JD, Corley BT, Hall RM. Intermittent fasting 5:2 diet: What is the macronutrient and micronutrient intake and composition? *Clin Nutr*. 1 de noviembre de 2020;39(11):3354-60.

14. Pannen ST, Maldonado SG, Nonnenmacher T, Sowah SA, Gruner LF, Watzinger C, et al. Adherence and Dietary Composition during Intermittent vs. Continuous Calorie Restriction: Follow-Up Data from a Randomized Controlled Trial in Adults with Overweight or Obesity. *Nutrients*. abril de 2021;13(4):1195.
15. Ekberg NR, Hellberg A, Sundqvist ML, Hirschberg AL, Catrina SB, Brismar K. The 5:2 Diet Affects Markers of Insulin Secretion and Sensitivity in Subjects with and without Type 2 Diabetes—A Non-Randomized Controlled Trial. *Int J Mol Sci*. enero de 2024;25(17):9731.
16. Teong XT, Hutchison AT, Liu B, Wittert GA, Lange K, Banks S, et al. Eight weeks of intermittent fasting versus calorie restriction does not alter eating behaviors, mood, sleep quality, quality of life and cognitive performance in women with overweight. *Nutr Res*. 1 de agosto de 2021;92:32-9.
17. Liu B, Hutchison AT, Thompson CH, Lange K, Wittert GA, Heilbronn LK. Effects of Intermittent Fasting or Calorie Restriction on Markers of Lipid Metabolism in Human Skeletal Muscle. *J Clin Endocrinol Metab*. 1 de marzo de 2021;106(3):e1389-99.

Descripción de los hábitos y conductas alimentarias de riesgo en adolescentes de una universidad en Guanajuato

Description of risky eating habits and behaviors among adolescents at a university in Guanajuato

Francisco Gutiérrez Hernández

Universidad Europea del Atlántico, España (gutierrez.f@ugto.mx)(<https://orcid.org/0009-0008-5771-388>)

Información del manuscrito:

Recibido/Received: 14/06/25

Revisado/Reviewed: 18/07/25

Aceptado/Accepted: 06/05/26

RESUMEN

Palabras clave:

Alimentación, Hábitos, Conductas,
Estudiantes.

En los últimos tiempos ha existido un incremento en los índices de malnutrición, situación que, entre otras poblaciones, afecta de manera preocupante a los adolescentes, por lo que se hace necesario el analizar las posibles causas de esta tendencia que cada vez se manifiesta con mayor intensidad, derivado de ello, el objetivo general del estudio es evaluar hábitos y trastornos del comportamiento alimentario, en estudiantes de 16 y 17 años del nivel medio superior de la universidad de Guanajuato. Se realiza una investigación descriptiva, con una muestra probabilística aleatoria de 241 estudiantes, a quienes se aplica el cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos, considerando el índice de alimentación saludable (IAS), así como el cuestionario de conductas de riesgo (CAR) para evaluar hábitos y trastornos alimentarios respectivamente, la información obtenida es tratada estadísticamente mediante porcentajes de respuesta. Los resultados de la investigación indican que el 28,5% manifiesta una alimentación saludable y variada, y el 37,7% cumple con las recomendaciones de consumo diario. En cuanto a las conductas alimentarias de los estudiantes, el 16% se encontró en riesgo alto de desarrollar trastornos de la conducta alimentaria. Por lo anterior se concluye que la alimentación de los alumnos requiere de modificaciones en cuanto a frecuencia y variedad, por otra parte, existen prácticas que los estudiantes realizan y que son susceptibles para desarrollar trastornos de la conducta alimentaria (TCA), lo cual requiere de la intervención y gestiones necesarias al interior de la institución, para la intervención de prevención y atención correspondiente, en beneficio de la salud presente y futura de los estudiantes.

ABSTRACT

Keywords:

Food, Habits, Behaviors, Students.

In recent times, there has been an increase in malnutrition rates, a situation that, among other populations, is having a worrying effect on adolescents, making it necessary to analyze the possible causes of this increasingly intense trend. Consequently, the general objective of the

study is to evaluate eating habits and disorders in 16- and 17-year-old students in upper secondary education at the University of Guanajuato. A descriptive research design was used, with a random probability sample of 241 students, who were given a questionnaire on food consumption frequency, considering the healthy eating index (IAS), as well as a questionnaire on risk behaviors (CAR) to assess eating habits and disorders, respectively. The information obtained was statistically processed using response percentages. The results of the research indicate that 28.5% report a healthy and varied diet, and 37.7% comply with daily consumption recommendations. Regarding students' eating behaviors, 16% were found to be at high risk of developing eating disorders. Therefore, it can be concluded that students' diets require changes in terms of frequency and variety. Furthermore, there are practices that students engage in that make them susceptible to developing eating disorders (TCA), which requires the necessary intervention and measures within the institution for the corresponding prevention and care, for the benefit of the present and future health of students.

Introducción

Los hábitos y conductas alimentarias son prácticas que se realizan de manera repetitiva, referentes a la selección, preparación y la ingesta de alimentos. Estos hábitos están condicionados por varios factores, entre los que se pueden mencionar el aspecto económico, el cual influye por la insuficiencia y disponibilidad para adquirir cierto tipo de alimentos, situación que afecta a los sectores mayormente vulnerables en este aspecto y que en ocasiones optan por la compra y consumo de comida con altos valores energéticos y de poco o valor nutrimental (1).

Con referencia en el ámbito psicológico como factor motivante de hábitos y conductas, y considerando que en la adolescencia se manifiestan episodios emocionales provocados por diversas causas, en esta etapa existe el compromiso de enfrentarse a situaciones que dependen de resolución propia, motivando la responsabilidad individual, lo que pudiese generar ambientes de estrés y angustia que propicien algún desequilibrio emocional, con la posible aparición de desórdenes alimenticios que puedan convertirse en hábitos (2).

Como elemento más a considerar para la adquisición, práctica o desarrollo de hábitos y conductas alimenticias, lo representan los estilos de vida, puntualizando que de no ser benéficos para la salud, tendrán repercusiones inmediatas o futuras, entre estos desfavorables estilos de vida se menciona el uso de drogas, la falta de descanso, la acumulación de estrés emocional, la falta de actividad física regular y por supuesto, la carencia de una alimentación nutritiva y adecuada a las necesidades personales (3).

Otro factor es el familiar, al involucrase en la adquisición o desarrollo de los comportamientos alimentarios; en muchos casos los adolescentes son dependientes de las decisiones de sus padres o tutores, mismas que intervienen en actitudes presentes y futuras y que en su momento pueden repercutir en la calidad alimentaria de estos (4). Referente a la importancia de la influencia familiar, la Organización Mundial de la Salud (OMS) (5) en 2017 manifiesta la relevancia del núcleo familiar en cuanto al inicio de hábitos alimentarios desde edades tempranas, los cuales propician un sano y adecuado crecimiento, fortalecen el buen desarrollo y coadyuban al mejoramiento cognitivo, aunado a los beneficios en la salud que se estimulan mediante estos hábitos en el corto, mediano y largo plazo en la vida del ser humano.

Los medios de comunicación son otro aspecto a tener en cuenta en esta etapa de la vida, en cuanto a la adquisición de hábitos y conductas de alimentación, mediante la publicidad se motivan estereotipos de belleza, los cuales de no ser alcanzados pueden generar en el adolescente frustración, con repercusiones en la adquisición de hábitos y conductas alimentarias que afecten la salud física, psicológica y emocional (6).

Un elemento que también determina los comportamientos de alimentación es el propio conocimiento que el adolescente posee en cuanto al concepto de alimentación saludable, el cual, es consecuencia de las experiencias vividas, información del tema, gustos, preferencias, accesibilidad a alimentos, cantidades a ingerir, formas de preparación, frecuencia y tiempos de consumo, como Robledo et al. (7) (2023) lo menciona en su estudio, que los estudiantes tienen noción de que la alimentación variada es un aspecto benéfico para la salud y que la comida rápida, los refrescos y el azúcar, pese a que son de su agrado, reconocen que no son favorables para la salud, reiterando que el constructo que se tenga como referente de la alimentación saludable tiene injerencia en

la toma de decisiones y por ende en la manifestación de los hábitos y conductas alimentarias.

No menos importante se puede mencionar como un factor más de riesgo para la adquisición de hábitos y conductas no saludables, la poca o nula vinculación del alumnado con grupos de apoyo como la propia familia, las instituciones educativas y de salud para recibir la orientación y capacitación pertinente, para que el estudiante tome sus propias decisiones de alimentación y nutrición, procurando siempre el autocuidado de la salud (8).

Las repercusiones de adoptar hábitos alimentarios no saludables y conductas alimentarias de riesgo tienen presencia a nivel mundial, en este tenor y como lo manifiesta la OMS (9) en el año 2022 se reportaron 390 millones de niños y adolescentes con sobrepeso, de los cuales 160 millones padecían obesidad. En este sentido se manifiesta que “La mala nutrición provoca serios daños a la salud y desarrollo de niñas, niños y adolescentes: mayor morbilidad y mortalidad, deterioro en la función cognitiva y menor rendimiento escolar, estigma y discriminación, así como enfermedades crónicas, mortalidad prematura y menor calidad de vida en la adultez” (10).

Estos hábitos y conductas alimentarias representan una situación por demás preocupante y que requiere de su pronta atención debido a la naturaleza y consecuencias de enfermedades, entre las que se mencionan modificaciones metabólicas como hipertensión arterial, resistencia a la insulina incrementando niveles séricos de glucosa, aterosclerosis, disminución de niveles de lipoproteínas de alta densidad (HDL), aumento de lipoproteínas de baja densidad (LDL) y obesidad (11).

La asociación de estas patologías con el estilo de vida es muy estrecha, por lo que es necesario poner especial atención al desarrollo de hábitos y comportamientos alimenticios en etapas tempranas, de manera que se establezcan las condiciones necesarias para propiciar, desarrollar y mantener un estado de salud favorable, al reducir riesgos presentes y futuros de enfermedades crónico-degenerativas que le permita a la persona incidir positivamente en la calidad de vida (12). El término de calidad de vida según Galván (13) hace mención de la atención a las demandas fisiológicas, de economía, sociales, materiales y emocionales, por lo que el concepto posee factores objetivos y subjetivos que tienen como finalidad el bienestar individual, luego entonces, se relaciona con alcanzar un estado de salud biológica y mental saludable, así como con el logro de metas personales.

Atendiendo el cuidado de la salud, mencionan Bustamante et al. (14) que la adolescencia es la etapa que transcurre de la niñez a la juventud, en la que se abandonan o se dan cambios paulatinos de comportamientos y actitudes infantiles, para adoptar conductas propias de un individuo joven con miras a la edad adulta. En este periodo se suscitan cambios por demás notorios en la persona, desde su estructura morfológica, sus adecuaciones fisiológicas y su capacidad en la toma de decisiones, lo que influye en los rasgos de la personalidad y en la calidad de vida.

Una distinción de la etapa de la adolescencia es la capacidad del desarrollo, construcción y manifestación de la identidad, para lograr ello, la persona transita por drásticos comportamientos que van desde la preocupación hasta la elección y ejecución de acciones, en este proceso la sociedad ejerce una influencia significativa en la toma de decisiones, por lo que el reflejo y proyección corporal representa un verdadero desafío en esta etapa de la vida (15). El concepto de la autoimagen, refiere la representación y manifestación mental que la persona construye de su propio cuerpo, es la forma como se percibe, como se siente y en consecuencia como actúa respecto a esta percepción. La autoimagen puede diferir durante el transcurso de la vida, siendo la adolescencia donde se es mayormente vulnerable a la aceptación corporal debido a los diversos cambios que

se suscitan en esta etapa, mismos que pueden provocar la aprobación o rechazo por parte de la persona a su propia imagen (16). En este proceso como lo menciona Zúñiga (17), tiene especial relevancia la autoestima, ya que un alto porcentaje de esta población genera prejuicios respecto a su apariencia física, que le provoca o hace sentir la adaptación a un grupo social y en caso contrario tienen lugar afectaciones en el ámbito psicoemocional, provocando que ello interfiera en las actividades de la vida diaria del adolescente, dando pie al inicio o desarrollo de hábitos y conductas alimentarias que pueden beneficiar o perjudicar la salud.

Entre las consecuencias de la adopción de hábitos alimentarios no saludables y conductas de riesgo, se encuentran el incremento del peso corporal por la ingesta en exceso de alimentos hipercalóricos, grasas no saludables y el escaso o nulo consumo de frutas, verduras y alimentos con fibra, situación que en ocasiones tienen repercusiones mortales (18).

En el mismo sentido, se producen cambios hormonales relevantes como: el aumento de los niveles de grelina, impactando en el aumento del apetito y la disminución de concentraciones de leptina, la cual controla el apetito, incrementando la ingesta calórica, potenciando el riesgo de sobrepeso y/o obesidad en el adolescente (19).

Debido a malos hábitos alimenticios, la población de adolescentes a nivel mundial ha referido un incremento del 28% en cuanto a cifras de sobrepeso y obesidad respecto al año 2016; en Latinoamérica esta característica nutricional está considerada como una situación crítica de salud por los alarmantes índices que se reportan al respecto. Específicamente en México se visualiza que más del 80% de esta población se encuentra en un riesgo latente de ser adultos obesos, con las repercusiones de salud que esta patología conlleva (20). En este aspecto, México es referido como uno de los países con las tendencias más altas de este padecimiento, en el que uno de cada tres adolescentes manifiesta obesidad o sobrepeso, por lo que se hace necesario conocer a precisión los factores que se están suscitando para establecer estrategias concretas que den atención a esta situación de salud presente y futura (21).

La problemática que se atendió en esta investigación es referente a la creciente tendencia de malnutrición y trastornos alimentarios en adolescentes a nivel nacional, como lo refiere la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición, en la que se menciona que un 40.4 % presentó sobrepeso y obesidad. Lo anterior representó un incremento del 26.8% respecto al año 1999. Actualmente, el sobrepeso y la obesidad en adolescentes representan las patologías con mayor prevalencia que impiden propiciar y mantener estilos de vida saludables (22).

Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar hábitos y conductas alimentarias de riesgo en estudiantes de 16 y 17 años, del nivel medio superior.

Método

Tipo de estudio

El estudio que se realizó fue de tipo cuantitativo, descriptivo y transversal.

Participantes

La institución donde se realiza la investigación es la escuela de nivel medio superior Guanajuato (ENMSG), se apertura en 1971 para otorgar educación del nivel de bachillerato general a la población de Guanajuato capital, siendo esta una de las primeras elecciones por parte de quienes terminan la educación básica en el municipio para continuar estudiando dicho nivel.

La ENMSG en la actualidad posee una matrícula de 880 alumnos en el turno vespertino, los participantes fueron estudiantes del mencionado nivel educativo, fueron considerados 640 alumnos para obtener una muestra probabilística de tipo aleatorio, se consideró un 95% de nivel de confianza y un 5% como margen de error, por lo que se trabajó con una muestra de 241 estudiantes.

Para ello se aplicaron los siguientes criterios de inclusión: alumnos de 16 a 17 años de edad, inscritos en el turno vespertino, que cursen el 2do y 4to semestre y que acepten ser parte de la investigación.

En cuanto a los criterios de exclusión se considera: alumnos que posean 15 o 18 años de edad, alumnos que cursen el 1er, 5to o 6to semestre del nivel medio superior, alumnos inscritos en el turno matutino, así como aquellos que no acepten ser parte de la investigación o decidan salir de la misma.

Técnica

Se aplicaron dos cuestionarios con la finalidad de recabar información con respecto a hábitos y conductas alimentarias de riesgo respectivamente. Los instrumentos que se utilizaron para la recolección de datos son: el cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos, el cual ofrece una visión respecto al cumplimiento de las recomendaciones diarias, semanales y ocasionales, así como la variedad de la dieta, lo anterior atendiendo al índice de alimentación saludable (IAS). Este cuestionario posee 10 variables que se especifican en la siguiente estructura:

- 1.- Consumo de cereales y derivados.
- 2.- Consumo de verduras y hortalizas.
- 3.- Consumo de frutas.
- 4.- Consumo de leche y derivados
- 5.- Consumo de carnes
- 6.- Consumo de legumbres
- 7.- Consumo de embutidos y fiambres.
- 8.- Consumo de dulces.
- 9.- Consumo de refrescos con azúcar
- 10.- Variedad de la dieta

Teniendo como referencia el consumo alimentario sugerido por la sociedad española de nutrición comunitaria (SENC), las variables 1,2,3, y 4 representan los alimentos de consumo diario, como son los cereales y derivados, las verduras y hortalizas, las frutas, la leche y sus derivados, la 5 y 6 manifiestan los de consumo semanal (de 1 a 2 veces a la semana) entre los que se menciona a las carnes y las legumbres, mientras que las variables 7,8 y 9 refieren a los de consumo ocasional (nunca o casi nunca), como son los embutidos y fiambres, los dulces y los refrescos con azúcar. Respecto al punto 10, este determina la variedad de la dieta.

Este cuestionario otorga un máximo de 10 puntos, cuando las frecuencias de consumo recomendadas por la SENC son atendidas y en orden descendente de 7.5, 5, 2.5 y un mínimo de cero puntos si es que estas sugerencias no son consideradas. Respecto a la variedad de la dieta ingerida, se otorgan 2 puntos al cumplir con las recomendaciones de frecuencia diaria y 1 punto al atender a las sugerencias semanales (23).

También se utilizó el cuestionario de conductas alimentarias de riesgo (CAR), en el que se detectó mediante las respuestas proporcionadas posibles anormalidades conductuales respecto a la alimentación y que pudieran ser riesgo de desarrollo de trastornos de la conducta alimentaria. En este se abordan situaciones como preocupación por engordar, la práctica de atracones, la falta de control al comer y las prácticas alimentarias restrictivas y purgativas. Este cuestionario posee 4 opciones de respuesta, con puntuaciones del 0 al 3, en el que el 0 representa la opción “nunca o casi nunca” y el 3 “con mucha frecuencia” (24).

Resultados

La muestra estuvo compuesta por 241 alumnos, de los cuales 223 dieron respuesta a los cuestionarios para valorar los hábitos alimentarios y las conductas alimentarias de riesgo.

Como se indica en la tabla 1, atendiendo a las recomendaciones del IAS, el 28.5 % de los alumnos manifestó poseer una “ALIMENTACIÓN SALUDABLE” y variada al cumplir con los criterios sugeridos. En cuanto a la frecuencia y variedad de alimentos consumidos, el 32.6% se ubicó en la categoría de “NECESITA CAMBIOS” y el 38.9.% de acuerdo a los resultados, puntuó en una alimentación “POCO SALUDABLE” al no atender la frecuencia y variedad de la alimentación referida.

En atención a las sugerencias del índice del IAS, solo en promedio el 37.7% de los alumnos cumplió con las recomendaciones de consumo diario, en tanto que el 21.5% atiende a las sugerencias de consumo semanal, mientras que el 21% considera las de consumo ocasional.

De acuerdo a los alimentos con mayor frecuencia de consumo en la categoría de “alimentación saludable” se mencionan las frutas y las legumbres, mientras que en los que se consumen en menor proporción se encuentran los cereales y derivados, la carne y los refrescos con azúcar. En cuanto a los alimentos mayormente consumidos en la categoría de “poco saludable” se hace referencia a las verduras, hortalizas, frutas, legumbres y refrescos con azúcar. En esta misma categoría, los cereales y derivados, las carnes, embutidos y fiambres son los alimentos que menos son consumidos

Tabla 1. Características de la alimentación de acuerdo a resultados.

VARIABLES	Consumo diario puntos 10	Consumo 3 o más veces a la semana, pero no a diario puntos 7.5	Consumo de 1 a 2 veces a la semana puntos 5	Consumo menos de una vez a la semana puntos 2.5	Consumo de alimentos nunca o casi nunca puntuación 0
1. Cereales y derivados	18%	38%	30%	9%	5%
2. Verduras y hortalizas	39%	38%	18%	4%	1%
3. Frutas	52%	32%	12%	3%	1%
4. Leche y derivados	42%	28%	22%	4%	4%
Consumo semanal	Consumo de 1 a 2 veces a la semana			Consumo diario	Consumo diario
5. Carnes	11%	52%	1%	33%	3%
6. Legumbres	32%	47%	9%	10%	2%
Consumo ocasional	Nunca o casi nunca	Consumo menos de una vez a la semana	Consumo menos de una vez a la semana	Consumo 3 o más veces a la semana, pero no a diario	Consumo diario
7. Embutidos y fiambres	22%	22%	38%	15%	3%
8. Dulces	12%	21%	33%	28%	6%
9. Refrescos con azúcar	29%	15%	23%	24%	9%
10. Variedad:					
2 puntos si cumple cada una de las recomendaciones diarias.					
1 punto si cumple cada una de las recomendaciones semanales					
Variedad	2	1	0	0	0
Puntaje total	92	68.5	45	22.5	0
Categoría de alimentación (Norte y Ortiz, 2011)	SALUDABLE 28.5%	NECESITA CAMBIOS 32.6%	POCO SALUDABLE 20.7%	POCO SALUDABLE 14.5%	POCO SALUDABLE 3.7%
Alimentos más consumidos	Frutas, legumbres	Cereales y derivados, verduras, carnes, refrescos con azúcar	Cereales y derivados, legumbres, refrescos con azúcar	Cereales y derivados, carnes, embutidos y fiambres	Verduras y hortalizas, frutas, legumbres, refrescos
Alimentos menos consumidos	Cereales y derivados, carnes, refrescos con azúcar	Leche y derivados, legumbres, embutidos y fiambres	Frutas, carnes, embutidos y fiambres	Frutas, legumbres, dulces	Cereales y derivados, carnes, embutidos y fiambres

Referente al cuestionario conductas alimentarias de riesgo (CAR), como lo marca la tabla 2. Dentro de las actividades que se detectan como situaciones con mayor riesgo para desarrollo de TCA, el 46% mencionan el hacer ejercicio con la pretensión de bajar de peso, seguido del 38% quienes expresan su preocupación por engordar y el 27% refiriendo que en ocasiones ha comido demasiado, el 15% manifiestan haber perdido el control sobre lo que se come (sensación de no poder parar de comer), el 13% refieren que han hecho dietas y el 10% expresan que han hecho ayunos por 12 horas o más, estos dos últimos porcentajes con la finalidad de tratar de bajar de peso.

En lo que concierne a las actividades menormente realizadas y que representan menor riesgo para desarrollo de TCA, se indica que el 2% de los alumnos ha tomado laxantes para facilitar la evacuación, el 3% refiere que han usado pastillas, en ambos casos los alumnos no manifiestan que tipo de sustancias consumieron, por su parte el 5% refiere que han vomitado después de comer y finalmente el 4% menciona haber tomado diuréticos, en todas las actividades menormente realizadas la finalidad de ellas es tratar de bajar de peso.

Tabla 2: Respuestas a cuestionario para detección de CAR

	Nunca o casi nunca	Algunas veces	Con frecuencia: dos veces por semana	Con mucha frecuencia: más de dos veces por semana
Me ha preocupado engordar	26%	36%	15%	23%
En ocasiones he comido demasiado, me he atascado de comida.	24%	49%	14%	13%
He perdido el control sobre lo que como (tengo la sensación de no poder parar de comer).	54%	31%	8%	7%
He vomitado después de comer, para tratar de bajar de peso	87%	8%	3%	2%
He hecho ayunos (dejar de comer por 12 hrs o más) para tratar de bajar de peso.	66%	24%	5%	5%
He hecho dietas para tratar de bajar de peso	60%	27%	10%	3%
He hecho ejercicio para tratar de bajar de peso.	26%	28%	22%	24%
He usado pastillas para tratar de bajar de peso. Especifica cuál(es)	94%	3%	2%	1%
He tomado diuréticos (sustancia para perder agua) para tratar de bajar de peso. Especifica cuál(es)	93%	3%	2%	2%
He tomado laxantes (sustancia para facilitar la evacuación) para tratar de bajar de peso. Especifica cuál(es)	91%	7%	1%	1%

En la figura 1. se muestra el porcentaje de riesgo para el desarrollo de TCA, manifestando que se hace referencia a la puntuación de mayor de 11 con riesgo de desarrollo de estas conductas, de 7 a 10 considerado como riesgo moderado y de menor de 7 sin riesgo para su desarrollo (Unikel et, al. 2011).

Respecto a las situaciones que el alumno ha presentado tres meses antes de responder el cuestionario de conductas alimentarias de riesgo (CAR), se determinó que el 62 % no manifiesta riesgo para el desarrollo de trastornos de la conducta alimentaria (TCA), el 22% posee riesgo moderado, mientras que el 16 % se encuentra en un riesgo alto de desarrollar TCA.

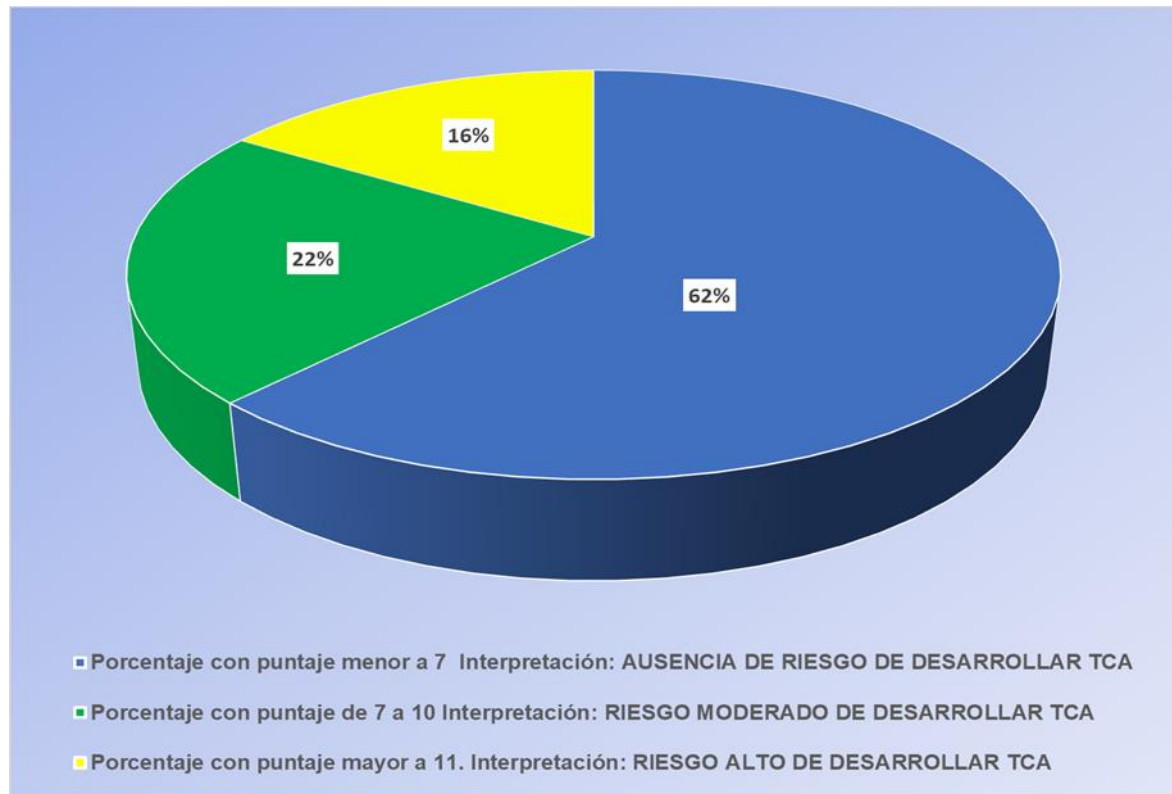


Figura 1. Porcentajes de riesgo de desarrollo de TCA.

Discusión y conclusiones

Mediante los resultados de la investigación, se pone en evidencia que la alimentación del 71% de los estudiantes objeto de investigación, requiere de cambios que propicien una alimentación saludable, referente a consumos sugeridos de manera diaria, semanal y ocasional, la información manifiesta una escasa variedad en la ingesta alimenticia y por ende, la categoría en cuanto a la alimentación no es la requerida para propiciar o mantener un estado de salud ideal, lo anterior en atención al IAS.

Los resultados expuestos tienen similitud con el trabajo realizado por Aguilera et al. (25) en el que se analizaron los estilos de vida de estudiantes en la provincia de Sabana centro de Cundinamarca en Colombia, con referencia a hábitos y conductas alimentarias, concluyendo que estas no eran las adecuadas, ya que los alumnos mostraron una práctica constante de ingestas de comida rápida y un alto consumo de bebidas gaseosas.

Existe coincidencia entre lo mostrado en esta investigación, con los resultados del estudio de Ruiz y Aguilera (26), el cual evaluó hábitos alimentarios en la Institución Universitaria Colegios de Colombia, manifestando que dichos hábitos no son los ideales, ya que no existe una variedad en la dieta, la ingesta de hidratos de carbono es elevada y existe un bajo consumo de proteínas, refiriendo que el 75% poseen una alimentación poco saludable.

Por otra parte, los resultados se correlacionan con la investigación de Maza et al. (27) en el que se realizó una revisión de literatura, la cual refirió que resultados publicados en revistas específicas de ciencias de la salud, puntualizaron que existen hábitos no saludables por parte del 87.72 % de los estudiantes universitarios, al mostrar una alimentación de escasa variedad y calidad nutricional baja.

Respecto a las conductas de alimentación, si bien es cierto que la información de esta investigación manifiesta que solo el 38% representa riesgo de desarrollar TCA, sin embargo, dada la naturaleza y trascendencia de las mismas, es necesario implementar las acciones necesarias para erradicar dichas conductas con la pretensión de contar con una población estudiantil libre de factores alimentarios perjudiciales para la salud.

Los hallazgos mostrados, concuerdan con el estudio realizado por Saucedo et al. (28) en el que se determinó la presencia de conductas alimentarias de riesgo en estudiantes de bachillerato, en el que se concluyó que el 15.5% manifestó alto riesgo, mientras que el 17.3% se localizó en un estado de riesgo moderado.

En contraste con el trabajo de Bautista et al. (29) en el que se analizó a 200 estudiantes mexicanos del nivel de preparatoria, en el que se reporta que solo el 5.5% presentan conductas alimentarias de riesgo y el 94.5% se encuentra sin riesgo de CAR, dichos datos coinciden con la investigación de Villalobos et al. (30) cuyo objetivo fue el reporte y actualización de la información respecto a las prevalencias de conductas alimentarias de riesgo en población de adolescentes mexicanos, para lo que se consideraron los resultados de la encuesta nacional de salud aplicada en el año 2022, los cuales manifiestan que el 6.5% manifiestan CAR, mientras que el 93.5% no presentan conductas alimentarias de riesgo. La información de estos estudios difiere a lo expuesto en la propia investigación, ya que en esta se reportan mayores porcentajes de estudiantes con dicho riesgo.

Se denota una estrecha similitud al comparar los resultados de este trabajo, con el estudio elaborado por Sáez et al. (31) el cual analizó conductas alimentarias de riesgo en jóvenes adultos de Chile en las comunas de Chillán, en el que se determinó que un 37.16% presentan riesgo de trastornos de conducta alimentaria, mientras que el 62.84% se encuentran sin riesgo.

El manifestar información personal, en ocasiones dificulta la obtención de datos de esta índole, ya que ello representa invadir la privacidad de los sujetos motivo de estudio, situación que se agrava cuando esta información refiere formas de pensar, acciones y conductas que a criterio del estudiado pueden ser o no aceptadas por la sociedad, luego entonces prefieren ocultar la realidad o excluirse de la investigación, lo que represento un obstáculo para la realización de la misma. En este estudio, fueron 18 alumnos quienes decidieron por voluntad propia no dar respuesta a los cuestionarios, situación que fue respetable.

Como conclusión de esta investigación, se pone en evidencia que la alimentación de los estudiantes objetos de estudio es poco saludable y necesita de cambios, específicamente en cuanto a la frecuencia y variedad del consumo de alimentos. Referente a los trastornos de la conducta alimentaria, se detectan algunas prácticas que realizan los estudiantes, tales como el realizar ejercicio por la percepción que se tiene de no tener la figura ideal, el comer en demasía y la realización de ayunos para bajar de peso, las cuales representan prácticas de riesgo para el desarrollo de TCA.

Los hábitos y conductas aquí manifestadas, señalan la necesidad de una intervención profesional para atender la situación expuesta, que permita propiciar o mejorar la salud en general, puntualizando en hábitos y conductas de alimentación. Es importante se considere que la práctica de conductas alimenticias no acordes, aunado a una mala alimentación, genera alteraciones en la salud de los estudiantes, tales como niveles de colesterol, triglicéridos y de tensión arterial anormales, así como sobrepeso, obesidad, desnutrición, enfermedades cardiovasculares y alteraciones psicológicas.

Como ya se mencionó anteriormente la etapa de la adolescencia posee características muy peculiares en cuanto a sus necesidades de desarrollo, energéticas, físicas, sociales y psicológicas, en las que hábitos y conductas en general se afianzan y que darán lugar a comportamientos en la edad adulta, es por ello que se vuelve imprescindible el que el alumno obtenga la atención necesaria para propiciar hábitos y conductas alimentarias que favorezcan estos procesos.

Por lo anterior se sugiere que las autoridades educativas y sanitarias en un trabajo en común, elaboren y apliquen un diagnóstico de evaluación e intervención nutricional, dando atención a las particularidades y necesidades del alumnado y con ello generar entornos saludables en cuanto a hábitos y conductas alimenticias se refiere, se recomienda también, se lleven a cabo acciones de prevención y atención pertinentes, como gestión, asesoría y capacitación referente a compras, almacenamiento, preparación y consumo alimentario en los que se involucre al alumnado, padres de familia e instituciones de salud, creando redes de colaboración que permitan propiciar, mejorar y/o fortalecer los hábitos y conductas alimenticias para la mejora de la salud presente y futura.

Agradecimientos

Mi agradecimiento a la Revista MLS Health & Nutrition Research por la aceptación y apoyo para la publicación de este artículo, a la institución Funiber, a través de la Universidad internacional iberoamericana, por el apoyo para la realización de esta publicación, así como a la ENMS de Guanajuato por el permiso otorgado para el desarrollo de este estudio, con alumnos de esta institución educativa.

Conflicto de intereses

Declaro bajo protesta no tener ningún conflicto de intereses en aquellas actividades que pudieran introducir sesgos en la elaboración, desarrollo y/o resultados de la investigación.

Referencias

- (1) Merchán Heras J, Hernández de la Cruz C. Malos hábitos alimentarios y su impacto en el rendimiento académico en adolescentes de Latinoamérica [Tesis Doctoral]. [España]: Universidad Católica de Cuenca; 2023. Disponible en: <https://dspace.ucacue.edu.ec/items/aa7f7f86-fc3a-4f97-bac9-761eed26e3df>
- (2) Gobierno de México. Orientar a las y los adolescentes sobre sus hábitos alimenticios evita que se afecte su salud en esta etapa [Internet]. 2023 [consultado el 01 de febrero de 2026]. Disponible en: <https://www.gob.mx/sipinna/articulos/orientar-a-las-y-los-adolescentes-sobre-sus-habitos-alimenticios-evita-que-se-afecte-su-salud-en-esta-etapa?idiom=es>
- (3) Zegarra Soto A. Estilos de vida en adolescentes de una institución educativa privada ubicada en lima norte. Cuidado y Salud Pública [Internet]. 2022;12-21. Disponible en : <https://doi.org/10.53684/csp.v2i2.47>
- (4) Tomaylla Gómez S. Educación alimentaria y su efecto en los hábitos alimentarios [Tesis Doctoral]. [Perú]: Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle; 2022. Disponible en: <https://repositorio.une.edu.pe/entities/publication/f3d7beaf-6792-4c5a-a26a-01ee59b83b39>
- (5) Organización Mundial de la Salud. Informe de la Comisión para acabar con la obesidad infantil: plan de aplicación [Internet]. 2017 [consultado el 01 de febrero de 2026]. Disponible en: https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA70/A70_31-sp.pdf
- (6) Díaz Plaza M, Belmonte Cortés S, Novalbos Ruiz J, Santi Cano M y Rodríguez Martín A. Publicidad y medios de comunicación en los trastornos de la conducta alimentaria. Nutr Hosp. 2022;55-59. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.20960/nh.04179>.
- (7) Robledo de Dios T, Rollán Gordo A y Peña Rey I. Estudio cualitativo sobre las percepciones en alimentación, prácticas alimentarias y hábitos de vida saludables en población adolescente. Rev Esp Salud Pública. [Internet]. 2023;97:24. Disponible en: <https://www.scielosp.org/article/resp/2023.v97/e202305037/es/>
- (8) Ávila Zárate L, García Ramos M, Lobo Hinojosa M, González García L, y Sánchez Guerrero H. Factores sociales, familiares y del entorno educativo que influyen en las conductas alimentarias y en los estilos de vida de estudiantes universitarios. Realidades. 2021;1:9-36. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8086230>.
- (9) Organización Mundial de la Salud (2025). Obesidad y sobrepeso. [Internet]. 2025 [Consultado el 14 de septiembre de 2025]. Disponible en: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>

- (10) Unicef. Recomendaciones para evitar malnutrición en niñas, niños y adolescentes [Internet]. 2020 [consultado el 14 de septiembre de 2025]. Disponible en: <https://www.unicef.org/mexico/informes/recomendaciones-para-evitar-malnutrici%C3%B3n-en-ni%C3%B1as-ni%C3%B1os-y-adolescentes>
- (11) Juárez Pazos S, Leal Berumen I, Santana Rodríguez V, Moreno Brito V, Hernández Rodríguez P, Alcalá Sánchez I, et al. Factores de riesgo para enfermedades metabólicas en adolescentes de tres etnias de Chihuahua, México. *Ciencia Latina* [Internet]. 2022 [citado el 15 de septiembre de 2025];6(4):1616-31. Disponible en: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i4.2684.
- (12) Cuba Sancho J y Coz Calumani J. Intervenciones para prevenir el síndrome metabólico en adolescentes [Internet]. *Rev Cuba Enferm*. 2025 [citado el 15 de septiembre de 2025];1-6. Disponible en: <https://revenfermeria.sld.cu/index.php/enf/article/view/4122>.
- (13) Galván Bonilla M. ¿Qué es calidad de vida? [Internet] Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. S.f. [citado el 15 de septiembre de 2025]. Disponible en: <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa2/n2/m2.html>.
- (14) Bustamante Espinoza LK, Luzuriaga Calle MA, Rodríguez Pañora PE y Espadero Faicán RG. Desarrollo psicológico del adolescente: una revisión sistemática. *Prod Cien Inv*. 2022;42:389-390. Disponible en: <https://journalprosciences.com/index.php/ps/article/view/498/551>
- (15) Torres Lagunas R. Hábitos alimenticios en adolescentes [Tesis]. [Perú]: Universidad Nacional de Tumbes. 2021 [citado el 16 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://repositorio.untumbes.edu.pe/items/38f75b47-61ab-4810-8aff-80dca9f5c94c>
- (16) Vélez E y Costa J. Trastornos de la conducta alimentaria [Internet]. *SOM Salud Mental*. [2022] [consultado el 16 de septiembre de 2025]. Disponible en: <https://tca.som360.org/es/blog/trabajar-autoimagen>
- (17) Zúñiga Salvatierra J. El deterioro de la autoestima en adolescentes de 13 a 15 años que padecen de sobrepeso por causa de malos hábitos alimenticios [Tesis]. [Perú]: Universidad San Ignacio de Loyola. [2021] [consultado el 16 de septiembre de 2025]. Disponible en: <https://repositorio.usil.edu.pe/browse/type?value=info:eu-repo%2Fsemantics%2FbachelorThesis>
- (18) Salazar Quero J y Crujeiras Martínez V. Nutrición en el adolescente. *Protoc diagn ter pediatr*. 2023; 467-469. Disponible en: https://static.aeped.es/38_nutricion_adolescente_fa1832b07b.pdf
- (19) López Malque J, Chanducas Lozano B, Calizaya Milla Y, Calizaya Milla S, Morales García W y Saintila J. Relación entre calidad del sueño, hábitos alimentarios y perfil antropométrico en adolescentes. *Retos*. 2023;48:341-348. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8817491>.

- (20) Bonilla Zamora KM y Fernández Soto G. Evaluación antropométrica, hábitos alimentarios y actividad física en adolescentes con malnutrición por exceso. *IberoJHR*. 2025;170-171. Disponible en: <https://doi.org/10.56183/iberojhr.v5i1.731>.
- (21) Unicef México. Adolescencia Con sus derechos garantizados, las y los adolescentes pueden movilizar al mundo [Internet]. 2025 [citado el 17 de febrero de 2026]. Disponible en: <https://www.unicef.org/mexico/adolescencia>
- (22) Shamah Levy T, Gaona Pineda E, Cuevas Nasu L, Valenzuela Bravo D, Morales Ruan C, Rodríguez Ramírez S, et al. Sobrepeso y obesidad en población escolar y adolescente. *Sal Pub Mex*. 2024; 404-413. Disponible en: <https://doi.org/10.21149/15842>
- (23) Norte Navarro A. y Ortiz Moncada R. 2011. Calidad de la dieta española según el índice de alimentación saludable. *Nutr Hosp*. 2011; 330-336. Disponible en: https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v26n2/14_original_07.pdf.
- (24) Unikel Santoncini C, Díaz de León Vázquez C, Rivera Márquez JA. Conductas alimentarias de riesgo y factores de riesgo asociados: desarrollo y validación de instrumentos de medición. Universidad Autónoma Metropolitana. 2011. Disponible en: https://casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libroelectronico/Conductas_alimentarias.pdf
- (25) Aguilera Rojas S, Jiménez Peña O y Ruiz García L. Estilos de vida en adolescentes de la Provincia Sabana Centro departamento de Cundinamarca, Colombia. *Acta Odont Col*. 2022;10-11. Disponible en: <https://doi.org/10.15446/aoc.v12n1.97372>.
- (26) Ruiz García L y Aguilera Rojas S. Salud Oral, Hábitos Alimentarios y Estado Nutricional de Estudiantes Universitarios en la Institución Universitaria Colegios de Colombia UNICOC. *Vitalia*. 2024; 226-248. Disponible en: <https://revistavitalia.org/index.php/vitalia/article/view/134/208>
- (27) Maza Ávila F, Caneda Bermejo M y Vivas Castillo A. Hábitos alimenticios y sus efectos en la salud de los estudiantes universitarios. Una revisión sistemática de la literatura. *Psicogente*. 2022;1-30. Disponible en: <https://doi.org/10.17081/psico.25.47.4861>.
- (28) Saucedo Molina T, Martínez Hernández L y Bautista Díaz M. Riesgo para desarrollar interiorización del ideal estético de la delgadez en adolescentes mexicanas. *INTERDISCIPLINARIA*. 2021; 155-168. Disponible en: <https://doi.org/10.16888/interd.2021.38.3.9>
- (29) Bautista-Díaz M, Castelán-Olivares A, Martín-Tovar A, Franco-Paredes K y Mancilla-Díaz J. Conductas alimentarias de riesgo, percepción de prácticas parentales y conducta asertiva en estudiantes de preparatoria. *Interacciones*. 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.24016/2020.v6n3.162>

(30) Villalobos Hernández A, Bojórquez Chapela I, Hernández Serrato M y Unikel Santoncini C. Prevalencia de conductas alimentarias de riesgo en adolescentes mexicanos. *Sal Pub Mex.* 2022;96101. Disponible en: <https://doi.org/10.21149/14800>

(31) Sáez Opazo J, Quiroga Salom V, Torres Landeros M, Morales Ojeda I, López Espinoza M Ángel y Rojas Cárdenas P. Conductas alimentarias de riesgo en adultos jóvenes de dos comunas de la región de Ñuble en Chile durante la pandemia de covid-19. *Med Hum.* 2023; 31-37. Disponible en: <https://doi.org/10.25176/rfmh.v23i2.5648>

Suplementación nutricional para la recuperación del daño muscular inducido por el ejercicio: ácidos grasos omega-3, curcumina y colágeno

Nutritional supplementation for recovery from exercise-induced muscle damage: omega-3 fatty acids, curcumin and collagen

Adrián Fernández Álvarez

Universidad Europea del Atlántico, España (adrianfa13@gmail.com) (<https://orcid.org/0009-0001-4045-4512>)

Información del manuscrito:

Recibido/Received: 30/05/25

Revisado/Reviewed: 04/06/25

Aceptado/Accepted: 16/06/26

RESUMEN

Palabras clave:

Suplementación deportiva, daño muscular, lesión muscular, inflamación, recuperación tisular.

Introducción: Evaluar la eficacia de la suplementación con omega-3, curcumina y colágeno sobre la recuperación del daño muscular inducido por el ejercicio. **Metodología:** Se realizó una revisión bibliográfica de 15 ensayos clínicos para la discusión, además de revisiones sistemáticas y metaanálisis para la contextualización del tema. Para el análisis de estudios, se tuvieron en cuenta aquellos que involucrasen los suplementos mencionados y una pauta deportiva para inducir el daño muscular. Salvo excepciones puntuales, los ensayos analizados tienen un máximo de cinco años de antigüedad y están únicamente realizados en humanos. **Resultados:** Las intervenciones prolongadas con dosis más altas de N-3 afectaron positivamente al EIMD, mientras que dosis más pequeñas y durante periodos más cortos no mostraron esos efectos. La suplementación con curcumina no modificó de manera significativa ni los marcadores inflamatorios ni los relacionados con el daño muscular. Finalmente, la suplementación con colágeno prolongada atenuó la percepción del dolor y redujo los biomarcadores de dolor muscular. La heterogeneidad de las dosis, duración y protocolos reafirma la necesidad de estudios futuros con metodologías estandarizadas. **Discusión:** La evidencia actual es mixta, no permitiendo realizar recomendaciones clínicas definitivas. Se requieren más estudios, con mayor espacio muestral y menos sesgados para definir pautas sólidas sobre la efectividad o no de los distintos suplementos evaluados.

ABSTRACT

Keywords:

Sports supplementation, muscle soreness, muscle injury, inflammation, tissue recovery.

Introduction: Nutritional supplementation for recovery from exercise-induced muscle damage: omega-3 fatty acids, curcumin, and collagen. **Methodology:** A bibliographic review was conducted, incorporating 15 clinical trials for detailed discussion, as well as systematic reviews and meta-analyses for contextual background. Studies were selected if they involved one of the target supplements alongside a standardized exercise protocol to induce muscle damage. Except for specific exceptions, all trials reviewed were published within the last five years and exclusively enrolled in humans. **Results:** Longer interventions with higher omega-3

doses consistently attenuated EIDM, whereas lower and shorter doses did not yield significant benefits. Curcumin supplementation failed to produce positive changes in inflammatory or muscle damage biomarkers. Finally, extended collagen supplementation reduced perceived muscle soreness and decreased muscle damage biomarkers. The marked heterogeneity in dosing, study duration and exercise protocols highlight the imperative for future research employing standardized methodologies. Discussion The current evidence is mixed, not allowing clinical recommendations to be made. Further randomized, placebo-controlled clinical trials with larger, more diverse sample space and rigorous design are needed to establish clear guidelines on the effectiveness of these supplements in mitigating EIMD.

Introducción

El daño muscular inducido por el ejercicio (DMIE) se manifiesta con síntomas que pueden aparecer justo después del ejercicio y durar hasta catorce días (1). Las lesiones musculares deportivas son un área de estudio compleja, ya que intervienen múltiples factores como el sexo, la edad, el estado nutricional, el nivel físico o la genética (2). En particular, el DMIE suele producirse tras movimientos a los que el cuerpo no está habituado, especialmente si implican contracciones excéntricas (3). Estas lesiones afectan al sistema musculoesquelético y se asocian con pérdida de masa muscular y fuerza (4). En este contexto, la nutrición juega un papel clave, ya que puede modular la inflamación y favorecer la regeneración tisular (5).

El primer reporte sobre la relación entre el ejercicio y el estrés oxidativo en humanos se publicó hace más de cuatro décadas (6). Además, con el daño muscular se provoca una respuesta inflamatoria, evidenciada por hinchazón, disminución del rango de movimiento y dolor (7). La mayoría de estudios que refieren haber encontrado patrones dietéticos con propiedades antiinflamatorias se han realizado en laboratorios o en animales (8), por lo que discernir la eficacia de ayudas ergogénicas de carácter nutricional con capacidad antioxidante y antiinflamatoria podría ser interesante de cara a modular ligeramente el DMIE.

Este tema es especialmente relevante no solo para la salud y el rendimiento físico, sino también para entender cómo ciertos suplementos pueden influir en la recuperación del daño muscular inducido por el ejercicio. Determinar si son ergogénicos y cómo utilizarlos según los objetivos individuales puede ser clave en el éxito de las intervenciones nutricionales (9). Una estrategia adecuada podría acelerar la recuperación del tejido musculoesquelético, reducir el impacto de la lesión y acortar el tiempo de retorno a la actividad.

Según la OMS, los trastornos musculoesqueléticos comprenden más de 150 trastornos que afectan al sistema locomotor, y abarcan desde trastornos repentinos y de corta duración, como fracturas, esguinces y distensiones, a enfermedades crónicas que causan limitaciones de las capacidades funcionales e incapacidad permanentes (10).

Las lesiones musculoesqueléticas representan un fenómeno inevitable a lo largo de cualquier etapa de la vida humana, acentuándose por el estilo de vida. Las lesiones musculoesqueléticas son muy comunes en deportistas durante sus entrenamientos o la práctica deportiva, resultando en pérdida de tiempo y ausencia de la práctica deportiva (11). Las lesiones en atletas de alto rendimiento tienen una prevalencia muy elevada, llegando a afectar a lo largo de un año aproximadamente al 91,6% de atletas, estableciendo una media de 4,1 lesiones por cada mil horas de práctica deportiva (12). Se estima que se producen entre tres y cinco millones de lesiones derivadas de la práctica deportiva anualmente (13). Por otro lado, los factores asociados al estilo de vida, como el desgaste progresivo de las articulaciones y la pérdida de masa muscular, en ocasiones derivados de un estilo de vida sedentario y casos de nutrición inadecuada, son catalizadores de la aparición de esta tipología de problemas (14). En ambos casos, la aparición de esta condición de salud repercute de manera negativa en la autonomía del individuo, limitando su capacidad de trabajar, practicar deporte o incluso de realizar actividades cotidianas, como son caminar o levantarse (15).

La recuperación del daño producido en el músculo esquelético presenta un orden de curación, independientemente del origen de la lesión. La primera fase consta de la ruptura y posterior necrosis de las células musculares. Durante la segunda fase se produce la fagocitosis del tejido necrosado, la regeneración del tejido miofibrilar y la formación del tejido cicatricial conectivo. Finalmente, la tercera y última fase es un periodo de maduración de las miofibrillas regeneradas, contracción y reorganización del tejido cicatricial y la recuperación de la funcionalidad del tejido muscular (16).

Comprender los mecanismos subyacentes en la aparición y evolución de las lesiones, así como su relación con la suplementación nutricional, es fundamental para desarrollar estrategias que favorezcan la regeneración de los tejidos afectados.

La práctica deportiva a la que un deportista no está acostumbrado, extenuante de alta intensidad o de larga duración, son varios desencadenantes que pueden inducir al daño muscular. El DMIE se caracteriza por una respuesta primaria como resultado del estrés mecánico que ocurre durante el ejercicio, además de una respuesta inflamatoria secundaria. El estiramiento excesivo y la disrupción que se produce en los sarcómeros, seguido de un aumento de la entrada de Ca^{2+} en las células musculares, resultan en la tensión pasiva del músculo, causando una disrupción miofibrilar. Estas respuestas desencadenan posteriormente respuestas inflamatorias secundarias, incluida la producción de especies reactivas de oxígeno (ERO) y citoquinas pro-inflamatorias (17).

El dolor muscular de inicio tardío es una experiencia común en los deportistas, ya sean novatos o experimentados. Los síntomas abarcan desde sensibilidad muscular hasta un dolor severo. Los periodos más comunes donde se dan casos de DMIT son al comienzo de la temporada deportiva, cuando los atletas regresan a entrenar después de un periodo de actividad reducida. También es común cuando los deportistas se introducen por primera vez en ciertas actividades, independientemente de la época del año (18).

Como señala Diego Fernández-Lázaro existe un vínculo entre el estrés oxidativo, la inflamación y el daño muscular, pues el estrés oxidativo puede desencadenar en daño muscular. Las células inflamatorias pueden promover el estrés oxidativo mediante la liberación de enzimas (proteasas neutras, elastasa, colagenasa, hidrolasas ácidas), especies reactivas (superóxido, peróxido de hidrógeno, radical hidroxilo, ácido hipocloroso, óxido nítrico) y mensajeros extracelulares (citoquinas e interleucinas). En conjunto, estos compuestos pueden exacerbar la inflamación y el daño muscular (19). En el momento posterior a que se produzca una lesión muscular, la respuesta inflamatoria inicia la reparación y regeneración de tejido, estimulando la liberación de citoquinas pro-inflamatorias, como son la interleucina-6 (IL-6), la interleucina 1- β (IL-1 β) o el factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α). Las citoquinas pro-inflamatorias actúan sobre el hígado, estimulando la producción y liberación de la proteína C reactiva (PCR), indicador de inflamación sistémica aguda (20).

El DMIE se asocia a aumentos en las concentraciones séricas de enzimas musculares séricas, como la creatina quinasa, lactato deshidrogenasa o la mioglobina, así como disminución de fuerza y déficits neuromusculares (21). Una de las conexiones entre los ácidos grasos omega-3 y la inflamación muscular existe en la regulación de citoquinas pro-inflamatorias, como son TNF- α o IL-6, las cuales disminuyen la producción de ácido araquidónico (AA) y de especies reactivas de oxígeno (ERO), reduciendo así la respuesta inflamatoria. Por otra parte, la creatina quinasa (CK) es un indicador del daño muscular, estableciendo así su relación con TNF- α e IL-6 (22)

Se han propuesto dos mecanismos por los cuales los ácidos grasos omega-3 (N-3) podrían afectar al DMIE y en la promoción de la reparación tisular. El primero sostiene que N-3 circulantes en sangre son absorbidos por el músculo e incorporados a la bicapa fosfolipídica, donde debido a sus enlaces doble carbono-carbono en configuración cis, aumenta su fluidez de membrana y su resistencia al estrés mecánico, reduciendo el daño debido a la tensión aplicada, preservando la estructura de las fibras musculares y mitigando el DMIE. Por otra parte, N-3 mejora la reparación muscular al ejercer propiedades antiinflamatorias. La incorporación de N-3 en la bicapa fosfolipídica del músculo se produce a expensas de los ácidos grasos omega-6, que constituyen el sustrato principal para las vías de señalización que regulan la producción de eicosanoides, catalizada por las enzimas ciclooxigenasa y lipooxigenasa. La cascada de señalización reduce la formación de mediadores lipídicos proinflamatorios (prostaglandina E2, leucotrieno B4) y aumenta la producción de mediadores lipídicos con bajo potencial proinflamatorio, como la prostaglandina E3, la cual estimula el flujo sanguíneo y facilita la reparación de tejidos dañados (23).

Durante la respuesta inflamatoria común en las lesiones de carácter muscular, la generación excesiva de especies reactivas de oxígeno contribuye al daño muscular, puede prolongar la fase inflamatoria y retrasar la regeneración de tejidos. Un exceso de ERO destruye aún más la estructura de las células musculares, lo que puede inducir a la pérdida de los miocitos y disminución de la fuerza muscular (24). Recientemente se ha demostrado una relación inversamente proporcional entre la cantidad de antioxidantes presentes en la dieta y la sarcopenia, enfatizando los posibles beneficios respecto al consumo de antioxidantes y la pérdida de masa muscular (25). La suplementación con antioxidantes ha emergido como una estrategia ergogénica potencial con fin de reducir el estrés oxidativo y modular la respuesta inflamatoria, acelerando la recuperación de lesiones musculares y mejorar la calidad de la regeneración de tejidos.

La curcumina, cuyo compuesto químico es el 1,7-bis(4-hidroxi-3-metoxifenil)-1,6-heptadien-3,5-diona, es el principal compuesto fenólico de la raíz de cúrcuma, utilizada en la China tradicional como medicina para tratar dolor, inflamación y múltiples enfermedades (26). Los polifenoles de la dieta son conocidos por su poder de modular la inflamación y el dolor muscular, sin efectos secundarios negativos, haciéndolos ideales para su uso en un contexto deportivo (27), aunque su eficacia como suplemento se ha visto limitada por su baja biodisponibilidad, de ahí que encontrar una nueva forma de suplementación podría ser mejorar su biodisponibilidad (28), mejorando con ello la capacidad de recuperación del daño muscular inducido por el ejercicio (DMIE). Se ha observado que la curcumina presenta efectos protectores de membrana, capacidad antioxidante y acción antiinflamatoria. Las propiedades antiinflamatorias atribuidas a la curcumina se deben a su capacidad de inhibir el factor nuclear kappa (NF- κ B), considerado un agente protector y regenerador muscular que desempeña un papel importante para el control de mecanismos fisiológicos de la inflamación y degradación proteica (29).

La curcumina ejerce efectos inflamatorios al regular las vías de señalización inflamatoria e inhibir la producción de mediadores inflamatorios, representado en la Figura 1.2. La curcumina se une a los receptores tipo Toll (TLRs) y regula los factores de transcripción y vías de señalización, como el NF- κ B, las quinasas activadas por mitógenos (MAPK) y la proteína activadora 1 (AP-1), modulando los mediadores inflamatorios. Por otra parte, puede inhibir la activación de NF- κ B a través del receptor gamma activado por

proliferadores de peroxisomas (PPAR γ). También ejerce efectos antiinflamatorios mediante la regulación de la vía de señalización de la quinasa Janus/transductor de señal y activador de la transcripción (JAK/STAT). Finalmente, la curcumina puede inhibir directamente la formación del inflammasoma NLRP3 o su activación mediante la supresión de la vía de NF- κ B, lo que podría representar uno de sus principales mecanismos del tratamiento de enfermedades inflamatorias (26).

El colágeno es el principal componente extracelular del tejido conectivo, el cual aporta propiedades elásticas a los tejidos. Las cantidades de colágeno abarcan el 25-30% de la proteína total del cuerpo (30). Los tejidos formados por colágeno de la matriz extracelular muscular tienen un papel funcional importante en lo que se refiere al músculo esquelético, por lo que se afirma que la estructura y la función de los tejidos musculoesqueléticos, como los tendones, ligamentos y los huesos, dependen de su matriz extracelular rica en colágeno. El colágeno, además, proporciona estabilidad y protección, además de contribuir a la integridad estructural de los tejidos. Por ello, existe un proceso constante de degradación y síntesis de colágeno para realizar estas funciones, con una tasa de renovación de 0,5-2% por día (31). Este porcentaje de tasa de renovación del colágeno se traduce en una vida media del mismo de entre dos y cinco meses (30).

El dolor muscular posterior a la práctica deportiva es el resultado de una respuesta inflamatoria derivada del daño directo al músculo esquelético y tejido conectivo (32). La suplementación con péptidos de colágeno parece que podría mejorar los marcadores séricos relacionados con la recuperación del daño producido por la actividad física (31).

Método

Este Trabajo de Fin de Grado adopta la metodología de revisión bibliográfica, cuyo fin es evaluar la eficacia de ciertos suplementos nutricionales (N-3, curcumina y colágeno) sobre el daño muscular inducido por la práctica deportiva.

La búsqueda de artículos y publicaciones relacionadas se llevó a cabo entre el lunes 10 de febrero de 2025 y el sábado, 12 de abril de 2025. Principalmente, la búsqueda de información se redujo a dos bases de datos, PubMed y Google Académico. La base de datos principal para la obtención de información fue PubMed, mientras que Google Académico se utilizó para completar la información necesaria procedente de la otra base de datos.

Respecto a PubMed, se utilizaron varias palabras clave, siendo las siguientes:

- *“Omega-3 Supplementation”*
- *“PUFA Supplementation”*
- *“Fish oil Supplementation”*
- *“Collagen Peptide Supplementation”*
- *“Curcumin Supplementation”*
- *“Inflammation”*

- “Exercise-induced muscle damage”
- “Muscle Soreness”
- “Muscle Damage”

Todos estos términos, se utilizaron como términos MeSH, en combinación con operadores booleanos, del estilo: (“Omega-3 Supplementation” OR “PUFA” OR “Fish oil”) AND (“Excercise-induced muscle damage” OR “Muscle soreness”). En este preciso caso se obtuvieron 5099 resultados, una vez aplicados los filtros.

Para una búsqueda más precisa, se aplicaron los siguientes filtros: artículos únicamente escritos en inglés o español, antigüedad inferior a 5 años y realizados únicamente en humanos. En Google Académico se replicó la estrategia, con palabras clave análogas y utilizando únicamente estudios publicados en los últimos cinco años.

Con fin de aportar información de valor a la revisión, se describieron una serie de criterios de inclusión y exclusión. Como criterios de inclusión, se incluyeron aquellos artículos científicos relacionados con el tema publicados en los últimos cinco años, abarcando metaanálisis, revisiones sistemáticas y ensayos clínicos, así como libros y guías clínicas. Por contraparte, se han establecido como criterios de exclusión aquellos todos aquellos susceptibles de sesgar la veracidad de la información, como son estudios en animales, estudios in-vitro o aquellos con una antigüedad superior a cinco años, salvo ciertas excepciones con un peso relevante en el ámbito de la investigación.

Finalmente, se comprobó el factor de impacto de las diversas revistas que publicaron los estudios analizados mediante Scimago Journal & Country Rank, estableciendo como criterio un factor de impacto de la revista SCR > 1,5.

Resultados

En primer lugar, en la Tabla 1. se recopilan los ensayos que evalúan la influencia de la suplementación con ácidos grasos N-3 en el DMIE.

Los estudios analizados muestran resultados heterogéneos. Salvo en el ensayo de Barquilha et al. (20), todos los estudios se llevaron a cabo en poblaciones masculinas jóvenes y relacionados con la práctica deportiva, induciendo a posibles sesgos en la extrapolación de los resultados obtenidos sobre otros grupos poblacionales.

Barquilha et al. (20) y VanDusseldorp et al. (33), mediante la suplementación de aceite de pescado a altas dosis durante periodos de tiempo prolongados, tres gramos al día durante seis semanas (20) y seis gramos al día durante siete semanas y media (33), reportaron reducciones significativas en los niveles de CK y LDH. Por otro lado, Yang et al. (34) describieron efecto antioxidante y disminución de los niveles de CK tras la suplementación de aceite de krill durante diez días y una única sesión de entrenamiento, aunque sin modificaciones en los marcadores inflamatorios.

Por el contrario, los ensayos de Visconti et al. (35) y Kyriakidou et al. (22) administraron hasta 8g/día de N-3 durante aproximadamente un mes (35) y 3g/día

durante cuatro semanas (22). Ninguno de los ensayos obtuvo diferencias significativas frente al grupo placebo ni en los biomarcadores de daño muscular ni en los relativos a la inflamación.

En conjunto, la duración de la suplementación, ya sea prolongada (20,22,33) o breve (34) no aparenta ser determinante en los resultados, sino más bien el origen o la composición del suplemento, la dosis o la susceptibilidad individual del individuo.

La modulación de la inflamación sistémica parece incierta, pues únicamente el ensayo de Barquilha et al. (20) detectó cambios favorables sobre los marcadores de inflamación, pese a utilizar dosis similares o superiores a otros autores.

En conjunto, estos hallazgos sugieren que la eficacia de los ácidos grasos N-3 no depende únicamente de la duración del periodo de suplementación, sino que es posible que esté condicionada por factores como la calidad y el origen del suplemento, así como la composición de ácidos grasos y su proporción de EPA/DHA, la dosis administrada y la susceptibilidad individual de los individuos suplementados.

Tabla 1. Estudios que relacionan la suplementación con N-3 y el DMIE.

Autor y año	Tipo de estudio	Muestra	Intervención	Resultados
Barquilha et al. 2023 (20)	Ensayo clínico aleatorizado	16 hombres jóvenes no entrenados	<ul style="list-style-type: none"> • Suplementación con 3 cápsulas diarias de omega-3 o placebo durante 6 semanas. • Evaluación de los biomarcadores CK, LDH, IL-6, PCR y equilibrio redox tras entrenamiento de fuerza. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción del daño muscular, inflamación y estrés oxidativo inducido por el ejercicio. • Mejora del equilibrio redox tras la suplementación.
Kyriakidou et al. 2021 (22)	Ensayo clínico aleatorizado	14 hombres jóvenes y sanos	<ul style="list-style-type: none"> • Suplementación con 3 g/día de omega-3 o placebo durante 4 semanas. • Evaluación de DMIE tras protocolo de carrera y análisis de CK, IL-6, TNF-α y dolor muscular percibido. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción significativa del dolor muscular con omega-3. • Niveles más bajos de IL-6 en el grupo suplementado. • En CK y TNF-α no se mostraron diferencias significativas.
VanDusseldorp et al. 2020 (33)	Ensayo clínico aleatorizado	32 hombres jóvenes entrenados en resistencia	<ul style="list-style-type: none"> • Asignación aleatoria a placebo, 2 g/día, 4 g/día o 6 g/día de omega-3 durante 7,5 semanas. • Evaluación del rendimiento, dolor muscular y biomarcadores tras ejercicio excéntrico. 	<ul style="list-style-type: none"> • 6 g/día optimizó la recuperación y redujo el dolor muscular. • 2 g/día y 4 g/día no mostraron beneficios significativos respecto al placebo.

<p>Yang et al. 2023 (34)</p>	<p>Ensayo clínico aleatorizado</p>	<p>30 hombres jóvenes entrenados en resistencia</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Suplementación con 3 g/día de aceite de krill o placebo, 3 días antes y 3 días después del ejercicio excéntrico. • Evaluación de CK, LDH, SOD, CAT, ERO, MDA, IL-2, IL-6 y TNF-α. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción significativa de CK a las 24 y 48 horas post ejercicio. • Aumento de SOD y CAT, y disminución de MDA. • Sin diferencias en IL-2, IL-6 y TNF-α respecto al placebo.
<p>Visconti et al. 2021 (35)</p>	<p>Ensayo clínico aleatorizado doble ciego y controlado con placebo</p>	<p>26 hombres jóvenes entrenados en resistencia</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Suplementación con placebo, 6 g/día u 8 g/día de omega-3 durante 33 días. • Inducción de daño muscular mediante ejercicio excéntrico • Análisis de CK y dolor muscular percibido. 	<ul style="list-style-type: none"> • Niveles de CK elevados en todos los grupos post ejercicio. • No hubo diferencias significativas en recuperación muscular. • No se observó relación dosis-respuesta en la recuperación.

En segundo lugar, la evidencia sobre el uso de curcumina para el tratamiento del DMIE se encuentra recogida en la Tabla 2.

En lo relativo a la modulación de la respuesta inflamatoria derivada del daño muscular, únicamente el estudio de Tanner et al. (27) mostró una reducción estadísticamente significativa sobre los biomarcadores proinflamatorios tras la administración de un suplemento combinado de curcumina y extracto de granada. Al ser una intervención con un suplemento constituido por varias sustancias bioactivas, no se pueden atribuir sus efectos positivos únicamente a la curcumina.

Por su parte, Mallard et al. (28) y Basham et al. (36) diseñaron protocolos independientes con dosis distintas, pero duraciones similares, tres gramos diarios de curcumina durante cuatro semanas (28) o un gramo y medio de curcumina durante cuatro semanas (36), pero ninguno de los estudios registró cambios significativos en los niveles de IL-6, IL-10 ni TNF- α , ni tampoco en los biomarcadores séricos de daño muscular PCR, LDH y CK. Es posible que la efectividad de la suplementación con curcumina dependa del umbral de dosis, la temporalidad de la suplementación o inclusive factores interindividuales, como podrían ser factores genéticos o nutricionales.

En relación con la percepción y el daño muscular, el ensayo clínico de Mallard et al. (28) describió una puntuación media de dolor muscular percibido significativamente superior en el grupo tratado con curcumina frente al placebo. A su vez, Hillman et al. (37) observaron un menor dolor percibido a los dos y tres días posteriores a la suplementación con 500mg de curcumina dos veces al día. En cambio, ni Basham et al. (36) ni Tanabe et al. (38) observaron diferencias relevantes en la percepción del dolor. La contradicción de esta evidencia es posible que esté causada por la variabilidad de los distintos protocolos para inducir el DMIE, abarcando desde ejercicios de resistencia, saltos pliométricos, partidos de fútbol o la participación en una media maratón.

Las diferencias entre las dosis administradas (entre 180mg hasta 3g al día), duración del protocolo de suplementación (desde una única dosis hasta cuatro semanas) o en el protocolo para inducir el EIMD, el espacio muestral reducido (entre 15 y 28 participantes) y la utilización de fuentes combinadas de suplementación, son determinantes que añaden complejidad a la comparación de los estudios.

Tabla 2. Estudios que relacionan la suplementación con curcumina y el DMIE

Autor y año	Tipo de estudio	Muestra	Intervención	Resultados
Tanner et al. 2021 (27)	Estudio de viabilidad	18 corredores recreativos que completaron una media maratón	<ul style="list-style-type: none"> • Suplementación con 1 g/día de curcumina combinada con extracto de granada frente a un grupo control. • Administración previa y posterior a la carrera del suplemento. • Medición de proteínas inflamatorias y ARN relacionados con inflamación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Atenuación de la respuesta inflamatoria sistémica en el grupo suplementado. • Ausencia de efectos adversos. • Propuesta de combinación curcumina con granada como estrategia eficaz para reducir el DMIE.
Mallard et al. 2021 (28)	Ensayo clínico aleatorizado, doble ciego, controlado mediante placebo	28 adultos jóvenes físicamente activos	<ul style="list-style-type: none"> • Bebida deportiva con curcumina frente a un placebo durante el ejercicio de resistencia hasta extenuación. • Evaluaciones antes y hasta 3 días posteriores al ejercicio del dolor muscular percibido, lactato, LDH, PCR, IL-6, IL-10, mioglobina y TNF-α 	<ul style="list-style-type: none"> • Menor aparición de lactato en el grupo de curcumina. • Escala de dolor muscular percibido inferior en el grupo de intervención. • Biomarcadores inflamatorios sin diferencias significativas. • Sin evidencia de mejora en la recuperación del DMIE.
Basham et al, 2020 (36)	Ensayo clínico aleatorizado, doble ciego, controlado	19 hombres jóvenes físicamente activos	<ul style="list-style-type: none"> • 1,5 g/día de curcumina durante 28 días. Inducción de daño mediante 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción del daño muscular percibido inducido por el

	mediante placebo		<p>ejercicios excéntricos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluación de la capacidad antioxidante total, MDA, TNF-α, CK y dolor muscular percibido 	<p>ejercicio.</p> <ul style="list-style-type: none"> • No se moduló la respuesta inflamatoria.
Tanabe et al. 2024 (38)	Ensayo clínico aleatorizado cruzado, doble ciego, controlado por placebo	15 jugadores de fútbol jóvenes a nivel universitario	<ul style="list-style-type: none"> • 180 mg/día de curcumina vs. placebo desde 1 h antes hasta 2 días después del partido. • Medición del dolor muscular, capacidad de salto y biomarcadores de daño e inflamación 	<ul style="list-style-type: none"> • No se observaron diferencias significativas en dolor muscular, rendimiento ni biomarcadores entre grupos. • No se observó efecto positivo de la curcumina sobre el DMIE.
Hillman et al. 2022 (37)	Ensayo clínico aleatorizado, doble ciego, controlado por placebo	22 adultos, 5 mujeres y 17 hombres	<ul style="list-style-type: none"> • 500 mg de curcumina (o placebo) dos veces al día durante 10 días. • Protocolo de salto para generar DMIE. • Evaluación de CK, velocidad de sedimentación eritrocitaria y dolor muscular percibido (antes y después) 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de CK y dolor en ambos grupos tras el ejercicio. • Menor dolor percibido en grupo suplementado con curcumina. • CK superior en placebo, pero no significativo • Ni reducción de inflamación ni en indicadores de dolor.

Finalmente, la Tabla 3. recoge los datos sobre los estudios que evalúan la relación entre la suplementación con colágeno y el DMIE.

Los estudios revisados que sugieren un efecto positivo utilizaron una suplementación en torno a 10 y 15 gramos de colágeno durante al menos cuatro semanas podría atenuar el DMIE y acelerar la recuperación funcional posterior a la práctica deportiva. El ensayo clínico de Kuwaba et al. (32), mostró reducciones significativas en la percepción del dolor y la fatiga inmediatamente después del protocolo de ejercicio, sin un efecto positivo en los niveles de CK y LDH. De manera similar, estudios como los de Bischof et al. (39) y López et al. (40) mostraron una disminución en los biomarcadores relacionados con el daño muscular (CK, LDH, PCR y mioglobina) tras una intervención prolongada de suplementación, lo que sugiere que protocolos más extensos, de entre seis (40) y doce semanas de suplementación (39) podrían resultar eficaces para mitigar el daño muscular y la inflamación posterior a la práctica deportiva.

Por otra parte, protocolos de duración más breves, como el estudio de intervención realizado por Prowting et al. (41), donde se administraron 15 gramos diarios de colágeno a lo largo de una semana. Los participantes del estudio no mostraron mejorías respecto a la percepción del dolor, pero la suplementación con colágeno presuntamente sí ejerció un efecto positivo sobre el rendimiento deportivo, lo cual indicaría que los beneficios sobre el dolor y la recuperación muscular podrían requerir una duración más larga del protocolo de suplementación.

Asimismo, el ensayo realizado por Robberchts et al. (42) analizó la sustitución parcial de la proteína de suero por colágeno, donde en el primer grupo se suplementaron exclusivamente 45 gramos de proteína de suero, frente al segundo, donde se suplementaron conjuntamente 20 gramos de colágeno con 25 gramos de proteína de suero. Ninguno de los grupos mostró diferencias significativas positivas, por lo que el uso de colágeno podría no ser necesario siempre y cuando ya se cumpla con los requerimientos proteicos de los individuos.

En cuanto a la recuperación funcional, la mayoría de los ensayos concluyen que los participantes que reciben suplementación con péptidos de colágeno mantienen un rendimiento más elevado, frente a los grupos de control, lo que podría reducir el tiempo de reposo entre sesiones y reducir el riesgo de lesiones por fatiga acumulada.

La heterogeneidad de los estudios evidencia sus limitaciones, pues las diferentes dosis utilizadas (entre 3 y 20 gramos diarios), la duración del protocolo de suplementación (desde una sola toma aguda hasta la suplementación a lo largo de doce semanas), la diferencia en el protocolo de ejercicio realizado para inducir el daño muscular y el reducido tamaño muestral representan limitaciones metodológicas para tener en cuenta.

Tabla 3. Estudios que relacionan la suplementación con colágeno y el DMIE

Autor y año	Tipo de estudio	Muestra	Intervención	Resultados
Kuwaba et al. 2023 (32)	Ensayo clínico aleatorizado cruzado, doble ciego, controlado mediante placebo	Hombres de mediana edad sin experiencia en el deporte ($n = 20$, $52,6 \pm 5,8$ años)	<ul style="list-style-type: none"> • 10 g/día de péptidos de colágeno o placebo durante 33 días. • Protocolo único de ejercicio en el día 29. • Contracción isométrica, rango de movimiento, CK y LDH. 	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución de la percepción del dolor muscular y fatiga posterior al ejercicio. • Mejora de la fuerza a las 48 horas. • CK y LDH sin cambios significativos entre grupos.
Bischof et al. 2024 (39)	Ensayo clínico aleatorizado, doble ciego, controlado mediante placebo	55 hombres sedentarios o moderadamente activos	<ul style="list-style-type: none"> • 15 g/día de péptidos de colágeno o placebo durante 12 semanas. • Tres sesiones semanales de entrenamiento. • Análisis de CK, LDH, mioglobina y PCR antes y hasta los 2 días posteriores al ejercicio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción significativa de CK, LDH y mioglobina en el grupo suplementado con colágeno. • Mejora de la capacidad regenerativa muscular posterior al ejercicio.
Prowting et al. 2021 (41)	Ensayo clínico aleatorizado	Hombres familiarizados con entrenamientos de resistencia ($n = 15$)	<ul style="list-style-type: none"> • 15 g/día de péptidos de colágeno o placebo durante 7 días. • Protocolo de salto excéntrico. • Medición a las 24, 48 y 120 h de 	<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento del rendimiento a 24 h. • No hubo cambios en la percepción de dolor.

			fuerza isométrica, altura de salto, dolor percibido y reciclaje de colágeno.	<ul style="list-style-type: none"> No hubo cambios en la tasa de reciclaje del colágeno a las 24 y 48 h.
Lopez et al. 2015 (40)	Ensayo clínico aleatorizado, doble ciego, controlado mediante placebo	8 hombres sanos y físicamente activos con una edad media de 29,3 años	<ul style="list-style-type: none"> 3 g/día de colágeno (BioCell) o placebo durante 6 semanas. Dos ejercicios de resistencia en los días 43 y 46. Evaluación de CK, LDH, PCR, dolor muscular percibido y capacidad de recuperación funcional. 	<ul style="list-style-type: none"> Reducción significativa de CK, LDH y PCR en el grupo suplementado con colágeno. Menor pérdida de rendimiento en el grupo suplementado. Mejor adaptación al entrenamiento en el grupo suplementado.
Robberechts et al. 2024 (42)	Ensayo clínico aleatorizado	22 hombres jóvenes y saludables con relación en el deporte (24.4 ± 2.4 años)	<ul style="list-style-type: none"> 20 g/día de péptidos de colágeno + 25 g/día de proteína de suero frente a 45 g/día de proteína de suero. Protocolo de ejercicio excéntrico de 3 semanas. Medición de fuerza isométrica, CK y recuperación funcional. 	<ul style="list-style-type: none"> Disminución del 10 % de la fuerza isométrica en ambos grupos. Aumento en ambos grupos de los niveles de CK. La sustitución parcial de suero por colágeno no mejora el daño ni el rendimiento.

Discusión y conclusiones

Tras la evaluación realizada en este trabajo, se considera relevante remarcar que el campo de la suplementación deportiva es muy controversial y se encuentra muy sesgado por posibles conflictos de interés, complicando la obtención de información de calidad y establecer conclusiones como ciertas.

En primer lugar, los ensayos que emplearon 3-6g/día de N-3 durante al menos seis semanas demostraron un efecto positivo en la recuperación del DMIE. Por contraparte, intervenciones menor duración y <3g/día no obtuvieron beneficios claros. Son necesarios más estudios para establecer recomendaciones precisas, pero la evidencia recopilada apunta hacia la existencia de una cantidad y temporalidad mínima para poder observar efectos positivos sobre el DMIE.

Respecto a la curcumina, en protocolos de entre 180mg y 3g de curcumina diaria hasta cuatro semanas no evidenciaron beneficio alguno sobre el DMIE. El único estudio que mostró un efecto positivo está potencialmente sesgado por conflictos de interés, además de su combinación con otro principio activo. Sería interesante evaluar en un futuro si existen otras dosis y protocolos que sí presenten efectos positivos.

Finalmente, la administración diaria de 10-15g de colágeno durante al menos cuatro semanas mejoró la percepción del dolor y afectó positivamente a los biomarcadores de dolor muscular, sugiriendo un efecto positivo sobre la recuperación del DMIE, mientras que protocolos más breves no influyeron en el dolor, al igual que la sustitución parcial de los niveles de proteína total por péptidos de colágeno.

La evidencia evaluada en este TFG es mixta, por lo tanto, para valorar los resultados y establecer recomendaciones con precisión, se necesita desarrollar ensayos clínicos aleatorizados, doble ciego y controlados con placebo, con un espacio muestral mayor y más diverso, variando los protocolos de ejercicio y controlando los patrones de ingesta de los participantes.

Referencias

1. Owens DJ, Twist C, Cobley JN, Howatson G, Close GL. Exercise-induced muscle damage: What is it, what causes it and what are the nutritional solutions? *Eur J Sport Sci.* 2019;19(1):71-85. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30110239/>
2. Markus I, Constantini K, Hoffman JR, Bartolomei S, Gepner Y. Exercise-induced muscle damage: mechanism, assessment and nutritional factors to accelerate recovery. *Eur J Appl Physiol.* abril de 2021;121(4):969-92. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33420603/>
3. Clarkson PM, Hubal MJ. Exercise-Induced Muscle Damage in Humans. *Am J Phys Med Rehabil.* noviembre de 2002;81(11):S52. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12409811/>
4. Papadopoulou SK, Papadimitriou K, Voulgaridou G, Georgaki E, Tsoitidou E, Zantidou O, et al. Exercise and Nutrition Impact on Osteoporosis and Sarcopenia—The Incidence of Osteosarcopenia: A Narrative Review. *Nutrients.* diciembre de 2021;13(12):4499. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34960050/>

5. Jannas-Vela S, Espinosa A, Candia AA, Flores-Opazo M, Peñailillo L, Valenzuela R. The Role of Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids and Their Lipid Mediators on Skeletal Muscle Regeneration: A Narrative Review. *Nutrients*. 8 de febrero de 2023;15(4):871. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36839229/>
6. Powers SK, Deminice R, Ozdemir M, Yoshihara T, Bomkamp MP, Hyatt H. Exercise-induced oxidative stress: Friend or foe? *J Sport Health Sci*. septiembre de 2020;9(5):415-25. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32380253/>
7. Stožer A, Vodopivec P, Križančić Bombek L. Pathophysiology of exercise-induced muscle damage and its structural, functional, metabolic, and clinical consequences. *Physiol Res*. 31 de agosto de 2020;69(4):565-98. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32672048/>
8. Methenitis S, Stergiou I, Antonopoulou S, Nomikos T. Can Exercise-Induced Muscle Damage Be a Good Model for the Investigation of the Anti-Inflammatory Properties of Diet in Humans? *Biomedicines*. 5 de enero de 2021;9(1):36. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33466327/>
9. Abreu R, Oliveira CB, Costa JA, Brito J, Teixeira VH. Effects of dietary supplements on athletic performance in elite soccer players: a systematic review. *J Int Soc Sports Nutr*. 20(1):2236060. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37462346/>
10. Trastornos musculoesqueléticos [Internet]. [citado 12 de abril de 2025]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions>
11. Rocha-Rodrigues S, Leão C, Marinho M, Afonso J. Nutritional approaches applied to recovery of skeletal muscle injury immobilization: a review of nutrition aid for sport trauma. *J Sports Med Phys Fitness*. diciembre de 2024;64(12):1303-12. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39287583/>
12. Papadopoulou SK. Rehabilitation Nutrition for Injury Recovery of Athletes: The Role of Macronutrient Intake. *Nutrients*. 14 de agosto de 2020;12(8):2449. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32824034/>
13. Giraldo-Vallejo JE, Cardona-Guzmán MÁ, Rodríguez-Alcivar EJ, Kočí J, Petro JL, Kreider RB, et al. Nutritional Strategies in the Rehabilitation of Musculoskeletal Injuries in Athletes: A Systematic Integrative Review. *Nutrients*. 5 de febrero de 2023;15(4):819. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36839176/>
14. Marshall RN, Smeuninx B, Morgan PT, Breen L. Nutritional Strategies to Offset Disuse-Induced Skeletal Muscle Atrophy and Anabolic Resistance in Older Adults: From Whole-Foods to Isolated Ingredients. *Nutrients*. 25 de mayo de 2020;12(5):1533. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32466126/>
15. Agostini D, Gervasi M, Ferrini F, Bartolacci A, Stranieri A, Piccoli G, et al. An Integrated Approach to Skeletal Muscle Health in Aging. *Nutrients*. 7 de abril de 2023;15(8):1802. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37111021/>
16. SantAnna JPC, Pedrinelli A, Hernandez AJ, Fernandes TL. Muscle Injury: Pathophysiology, Diagnosis, and Treatment. *Rev Bras Ortop*. 20 de enero de 2022;57(1):1-13. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8856841/>
17. Tanabe Y, Fujii N, Suzuki K. Dietary Supplementation for Attenuating Exercise-Induced Muscle Damage and Delayed-Onset Muscle Soreness in Humans. *Nutrients*. 24 de diciembre de 2021;14(1):70. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35010943/>

18. Cheung K, Hume P, Maxwell L. Delayed onset muscle soreness: treatment strategies and performance factors. *Sports Med Auckl NZ.* 2003;33(2):145-64. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12617692/>
19. Fernández-Lázaro D, Arribalzaga S, Gutiérrez-Abejón E, Azarbayjani MA, Mielgo-Ayuso J, Roche E. Omega-3 Fatty Acid Supplementation on Post-Exercise Inflammation, Muscle Damage, Oxidative Response, and Sports Performance in Physically Healthy Adults-A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *Nutrients.* 27 de junio de 2024;16(13):2044. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38999792/>
20. Barquilha G, Dos Santos CMM, Caçula KG, Santos VC, Polotow TG, Vasconcellos CV, et al. Fish Oil Supplementation Improves the Repeated-Bout Effect and Redox Balance in 20-30-Year-Old Men Submitted to Strength Training. *Nutrients.* 31 de marzo de 2023;15(7):1708. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37049548/>
21. Xin G, Eshaghi H. Effect of omega-3 fatty acids supplementation on indirect blood markers of exercise-induced muscle damage: Systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Food Sci Nutr.* 21 de septiembre de 2021;9(11):6429-42. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34760272/>
22. Kyriakidou Y, Wood C, Ferrier C, Dolci A, Elliott B. The effect of Omega-3 polyunsaturated fatty acid supplementation on exercise-induced muscle damage. *J Int Soc Sports Nutr.* 13 de enero de 2021;18(1):9. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33441158/>
23. Mackay J, Bowles E, Macgregor LJ, Prokopidis K, Campbell C, Barber E, et al. Fish oil supplementation fails to modulate indices of muscle damage and muscle repair during acute recovery from eccentric exercise in trained young males. *Eur J Sport Sci.* agosto de 2023;23(8):1666-76. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37010103/>
24. Wang K, Zhou Q, Jiang Z, Liu S, Tang H. The inverse associations between composite-dietary-antioxidant-index and sarcopenia risk in US adults. *Front Endocrinol [Internet].* 17 de septiembre de 2024 [citado 22 de marzo de 2025];15. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11442324/>
25. Yao Y, Yao J, Tang D, Wang H, Zhang H, Qiu J, et al. Dietary antioxidant capacity and sarcopenia: A study from US population. *Nutr Burbank Los Angel Cty Calif.* febrero de 2025;130:112613. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39561653/>
26. Peng Y, Ao M, Dong B, Jiang Y, Yu L, Chen Z, et al. <p>Anti-Inflammatory Effects of Curcumin in the Inflammatory Diseases: Status, Limitations and Countermeasures</p>. *Drug Des Devel Ther.* 2 de noviembre de 2021;15:4503-25. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34754179/>
27. Tanner EA, Gary ,Melody A., Davis ,Asheal A., Michalik ,Stephan, and McFarlin BK. Alterations in Systemic Inflammatory Response Following a Half-Marathon Race with a Combined Curcumin and Pomegranate Supplement: A Feasibility Study. *J Diet Suppl.* 23 de agosto de 2021;18(5):461-77. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32657201/>
28. Mallard AR, Briskey ,David, Richards, BExSSc ,Andrew, and Rao A. Curcumin Improves Delayed Onset Muscle Soreness and Postexercise Lactate Accumulation. *J Diet Suppl.* 23 de agosto de 2021;18(5):531-42. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32705925/>
29. Fernández-Lázaro D, Mielgo-Ayuso J, Seco Calvo J, Córdova Martínez A, Caballero García A, Fernandez-Lazaro CI. Modulation of Exercise-Induced Muscle Damage, Inflammation, and Oxidative Markers by Curcumin Supplementation in a Physically Active Population: A

Systematic Review. Nutrients. febrero de 2020;12(2):501.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32075287/>

30. Holwerda AM, van Loon LJC. The impact of collagen protein ingestion on musculoskeletal connective tissue remodeling: a narrative review. *Nutr Rev.* 9 de mayo de 2022;80(6):1497-514. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34605901/>
31. Bischof K, Stafilidis S, Bundschuh L, Oesser S, Baca A, König D. Influence of specific collagen peptides and 12-week concurrent training on recovery-related biomechanical characteristics following exercise-induced muscle damage-A randomized controlled trial. *Front Nutr.* 2023;10:1266056. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38035363/>
32. Kuwaba K, Kusubata Masashi, Taga Yuki, Igarashi Hiroshi, Nakazato Koichi, and Mizuno K. Dietary collagen peptides alleviate exercise-induced muscle soreness in healthy middle-aged males: a randomized double-blinded crossover clinical trial. *J Int Soc Sports Nutr.* 31 de diciembre de 2023;20(1):2206392. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37133292/>
33. VanDusseldorp TA, Escobar KA, Johnson KE, Stratton MT, Moriarty T, Kerksick CM, et al. Impact of Varying Dosages of Fish Oil on Recovery and Soreness Following Eccentric Exercise. *Nutrients.* 27 de julio de 2020;12(8):2246. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32727162/>
34. Yang S, He Q, Shi L, Wu Y. Impact of Antarctic krill oil supplementation on skeletal muscle injury recovery after resistance exercise. *Eur J Nutr.* abril de 2023;62(3):1345-56. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36566465/>
35. Visconti LM, Cotter JA, Schick EE, Daniels N, Viray FE, Purcell CA, et al. Impact of varying doses of omega-3 supplementation on muscle damage and recovery after eccentric resistance exercise. *Metab Open.* diciembre de 2021;12:100133. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34693240/>
36. Steven A. Basham M, Hunter S. Waldman P, Ben M. Krings P, John Lamberth P, JohnEric W. Smith P, Matthew J. McAllister P. Effect of Curcumin Supplementation on Exercise-Induced Oxidative Stress, Inflammation, Muscle Damage, and Muscle Soreness. *J Diet Suppl [Internet].* 3 de julio de 2020 [citado 23 de marzo de 2025]; <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31025894/>
37. Hillman AR, Gerchman Alexa, and O'Hora E. Ten Days of Curcumin Supplementation Attenuates Subjective Soreness and Maintains Muscular Power Following Plyometric Exercise. *J Diet Suppl.* 22 de abril de 2022;19(3):303-17. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33480271/>
38. Tanabe Y, Kondo E, Sagayama H, Shimizu K, Yasumatsu M, Nakamura D, et al. Impact of curcumin supplementation on exercise performance and muscle damage after a soccer match: a double-blind placebo-controlled cross-over study. *Eur J Appl Physiol.* julio de 2024;124(7):2161-70. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38436665/>
39. Bischof K, Stafilidis S, Bundschuh L, Oesser S, Baca A, König D. Reduction in systemic muscle stress markers after exercise-induced muscle damage following concurrent training and supplementation with specific collagen peptides - a randomized controlled trial. *Front Nutr.* 2024;11:1384112. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38590831/>
40. Lopez HL, Ziegenfuss TN, Park J. Evaluation of the Effects of BioCell Collagen, a Novel Cartilage Extract, on Connective Tissue Support and Functional Recovery From Exercise. *Integr Med Encinitas Calif.* junio de 2015;14(3):30-8. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26770145/>

41. Prowting JL, Bembem D, Black CD, Day EA, Campbell JA. Effects of Collagen Peptides on Recovery Following Eccentric Exercise in Resistance-Trained Males-A Pilot Study. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 1 de enero de 2021;31(1):32-9. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33186897/>
42. Robberechts R, Poffé C, Ampe N, Bogaerts S, Hespel P. Partly Substituting Whey for Collagen Peptide Supplementation Improves Neither Indices of Muscle Damage Nor Recovery of Functional Capacity During Eccentric Exercise Training in Fit Males. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 1 de marzo de 2024;34(2):69-78. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37922892/>

Impactos de un programa virtual holístico sobre estado nutricional, hábitos alimentares, nivel de actividad física y salud en adultos con sobrepeso u obesidad

Impacts of a holistic virtual program on nutritional status, eating habits, physical activity level, and health in adults with overweight or obesity

Alberto Nilson

Universidad Europea del Atlántico (alberto.a.nilson@gmail.com) (<https://orcid.org/0009-0000-5786-8060>)

Información del manuscrito:

Recibido/Received: 02/12/25

Revisado/Reviewed: 05/12/25

Aceptado/Accepted: 02/06/26

RESUMEN

Palabras clave:

Reprogramación alimentaria virtual, adelgazamiento virtual, intervención online para vida saludable, cambio de hábitos alimentarios y actividad física.

Se evaluó un programa virtual de adelgazamiento holístico (cuerpo, mente y alimentación), con el objetivo de transformar hábitos alimentarios, actividad física y mejorar la salud en 28 voluntarios con IMC > 27,5. La intervención orientó a moderar alimentos con alta densidad calórica, preferir alimentos con alta densidad nutricional y moderar la carga glucémica de las comidas. Para facilitar los cambios se emplearon refuerzos virtuales periódicos: vídeos, encuentros semanales, foro y contactos individuales. Además, contó con apoyo conductual y psicológico: terapia cognitivo-conductual, consciencia plena (mindfulness), control del estrés, reducción del ciclo restricción-frustración-culpa y espiral de mejora continua. Se observó un aumento estadísticamente significativo en el consumo de frutas dulces, hojas verdes y frutos no dulces, junto con una disminución de cereales, tubérculos amiláceos, leguminosas, derivados lácteos, alimentos de origen animal procesados y aceites/grasas refinadas. El tiempo medio semanal de actividad física pasó de 185 min a 241 min (estadísticamente significativo), superando los 150 min recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS). En 12 semanas, se constató una disminución media, estadísticamente significativa, de 5,6 kg (~6,8 % del peso inicial). Programas existentes demoran el doble del tiempo o más para conseguir el mismo resultado. Además, se tuvo reducción de 3,3 kg de grasa total y 1,5 kg de grasa visceral. Se informaron mejoras en la salud y comorbilidades, sin efectos negativos. La tasa de abandono fue del 14 %, significativamente inferior a programas similares. En síntesis, el programa virtual alcanzó íntegramente sus objetivos, revelándose como una alternativa prometedora para alcanzar un adelgazamiento saludable.

ABSTRACT

Keywords:

Virtual nutritional reprogramming, virtual weight loss, online intervention for healthy living, eating and physical habits change.

A virtual holistic weight-loss program (body, mind and nutrition) was evaluated, with the aim of transforming eating habits, physical activity and improving health in 28 participants with BMI > 27.5. The intervention guided participants to moderate energy-dense foods, prefer foods with high nutritional density and moderate the glycemic load of meals. To facilitate the changes, periodic virtual reinforcements were used: videos, weekly meetings, a forum and individual contacts. In addition, behavioural and psychological support was provided: cognitive-behavioural therapy, mindfulness, stress control, reduction of the restriction-frustration-guilt cycle and continuous improvement spiral. A statistically significant increase was observed in the consumption of sweet fruits, green leafy vegetables and non-sweet fruits, alongside a decrease in cereals, starchy tubers, legumes, dairy products, processed animal-origin foods and refined oils/fats. The average weekly physical-activity time rose from 185 min to 241 min (statistically significant), surpassing the 150 min recommended by the World Health Organization. In 12 weeks, a mean reduction, statistically significant, of 5.6 kg (~6.8 % of initial weight). Current programs take twice the time to get similar results. Additionally, there was a reduction of 3.3 kg total fat and 1.5 kg visceral fat. Improvements in health and comorbidities were reported, with no negative effects. The dropout rate was 14 %, significantly lower than rates observed in similar programs. In summary, the virtual program fully achieved its objectives, emerging as a promising alternative for healthy-weight-loss.

Introducción

El sobrepeso y la obesidad, definidos mediante el Índice de Masa Corporal (IMC) $> 25 \text{ kg/m}^2$ y $> 30 \text{ kg/m}^2$ respectivamente, junto con sus comorbilidades asociadas, han alcanzado proporciones pandémicas, sin señales claras de reversión [1].

En 2022, aproximadamente el 43 % de la población mundial presentaba sobrepeso y el 16 % obesidad. La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que para 2030, cerca de 1 billón de adultos y 340 millones de niños podrían vivir con obesidad [2]. En 2023 el 61,4 % de la población brasileña adulta presentaba sobrepeso y un 24,3 % eran obesos [3].

En los Estados Unidos, los obesos generan gastos médicos un 41 % superiores [4]. En 2020, en las Américas el impacto económico global de la obesidad representó más del 3 % del Producto Interno Bruto [5]. En Brasil, en 2019 fue del 1,98 %, con proyecciones del 4,66 % para 2030 [5].

Las comorbilidades incluyen enfermedades cardiovasculares, diabetes tipo 2, ciertos tipos de neoplasias, hipertensión, enfermedad renal crónica, entre otras, lo que contribuye de manera significativa a la reducción de la calidad y expectativa de vida [6].

La excelente salud metabólica y cardiovascular de los cazadores-recolectores, fruto de su estilo de vida, los lleva a ser considerados como modelos ideales para la promoción de salud pública [7].

Eran nómadas y mantenían una alimentación diversificada compuesta por frutas (dulces y no dulces), tubérculos no amiláceos, crucíferas, alimentos de origen animal magros, setas, nueces y miel. Disfrutaban de niveles adecuados de actividad física, sustentando el equilibrio energético y metabólico [8].

La flexibilidad metabólica permite fluctuar entre grasas y carbohidratos como fuente de energía, posibilitando una buena adaptación a variaciones estacionales y regionales en el suministro alimentario, con variaciones de peso dentro de parámetros considerados saludables [8].

Con una expectativa media de vida inferior a los 30 años, las principales causas de muerte eran: infecciones, alta mortalidad infantil, accidentes y violencia [9]. Aún para los mayores de 50 años, las enfermedades no transmisibles eran muy raras [10]. ¿Qué cambió?

Las raíces de la obesidad son complejas y se pueden agrupar en: genética, actividad física, salud mental, alimentación y contaminantes ambientales.

Se estima que genética podría explicar entre el 40 % y el 70 % de la predisposición al desarrollo de obesidad [2]. Sin embargo, la transición de cazadores-colectores a los estilos de vida actual fue muy corta para permitir grandes cambios genéticos que impulsaran la obesidad. Lo que ocurrió es que los cambios ambientales fueron tan grandes que la genética no tuvo tiempo para adecuarse a las nuevas condiciones [11].

Escuchamos constantemente que una de las causas de la obesidad es el sedentarismo. Sin embargo, si bien los cazadores-recolectores muestran mayores niveles de actividad física (caminan mucho, se desplazan, recolectan) estudios recientes muestran que su gasto energético diario no era significativamente mayor al de la media de poblaciones modernas [10].

Esto explica que las recomendaciones de la OMS sean moderadas, de entre 150 a 300 minutos semanales de actividad aeróbica moderada, o 75 a 150 minutos de actividad vigorosa, o una combinación equivalente. Además, los adultos mayores deben realizar actividades de fortalecimiento muscular que involucren todos los grupos musculares principales al menos dos días por semana [12].

Aun así, se estima que aproximadamente el 81 % de los adolescentes (11-17 años) y el 27,5 % de los adultos del mundo no alcanzan los niveles recomendados de actividad física [13].

La relación entre salud mental y obesidad es compleja y bidireccional, manifestándose efectos interdependientes [14], incluyendo: estrés crónico, ansiedad, depresión, alimentación emocional, trastornos del sueño y problemas relacionados con autoimagen y autoestima [15].

La transición hacia estilos de vida modernos transformó procesos neuro-psicológicos implicados en el apetito, la saciedad y la regulación energética. El circuito de recompensa cerebral, adaptado evolutivamente para responder a escasas alimentos, hoy se ve sobre estimulado por comidas procesadas altamente palatables. Además, la alteración del sueño y el desajuste circadiano —frecuentes en entornos urbanos— modifican hormonas clave como la leptina (saciedad) y la grelina (hambre) [16]. Estos cambios endocrinos se integran con una conducta de alimentación mecánica (comer sin hambre) y con menor actividad física. En conjunto, la interacción de recompensa elevada, control inhibitorio reducido, disrupción hormonal y hábitos automatizados crea un entorno psicológico-neuronal propicio para el exceso calórico, el sobrepeso y las enfermedades no transmisibles.

En Brasil, aproximadamente el 60 % de los pacientes con obesidad presentan algún trastorno psiquiátrico — especialmente estrese, depresión y trastorno por atracón [17]. La salud mental también está íntimamente relacionada con la nutrición. Incluso deficiencias nutricionales marginales afectan negativamente el funcionamiento cerebral y del sistema nervioso [18]. Por su parte, la obesidad promueve un estado de inflamación crónica oculta, factor reconocido en la fisiopatología de la depresión e de otras alteraciones neurológicas [19].

Una parte importante de la alimentación de las “**Orígenes**”, que tenían los cazadores-recolectores, fue sustituida por los alimentos “**Nuevos**” de la alimentación moderna. El dominio del fuego permitió consumir alimentos amiláceos (cereales, tubérculos amiláceos y leguminosas). La revolución agrícola permitió tener abundancia de estos alimentos, [8,20,21]. Las carnes grasas de animales domésticos sustituyeron a las carnes magras provenientes de la caza [22]. Incorporamos leche y sus derivados. La revolución industrial contribuyó con alimentos refinados (harina blanca de trigo y arroz blanco). También permitió elaborar alimentos ultra refinados, tales como azúcares, aceites y grasas, almidones y alcoholes destilados [23]. Todos estos alimentos nuevos sustituyeron una buena parte de los alimentos de las **Orígenes** [24].

A inicios del siglo pasado la revolución de la industria de los alimentos permitió el desarrollo de una amplia gama de aditivos alimentares (colorantes, aromatizantes, acidulantes, emulsificantes, conservantes, antioxidantes, endulzantes no calóricos, espesantes, anti aglomerantes, entre otros) [25], muchos de los cuales son altamente cuestionados con relación a su inocuidad [26].

Estos aditivos, juntos con los avances en el procesamiento de alimentos y la revolución de las comunicaciones, permitieron la industrialización galletas [27], pan [28,29], pastas [30], papas chips [31], azúcar refinado [32]. Adicionalmente, aparecieron por primera vez bebidas carbonatadas: 1904 [33], aceites vegetales refinados: 1920 [34] comidas rápidas: 1921 [35], mezcla industrial lista para bizcochos: 1940 [36], hojuelas de maíz: 1930 [37], aceites hidrogenados (grasas trans): [34], También, se popularizó el consumo de papas fritas en las cadenas de comida rápida [31], pizzas con el advenimiento del servicio de entrega rápida: 1980 [38], industrialización del cultivo y refinado del arroz: 1940 [39] y popularización de la combinación arroz-frijol en Brasil: 1960 [39]. Todo ello convergiendo en una **Tormenta Alimentaria Perfecta**.

Lo anterior trajo importantes cambios nutricionales, siendo los más importantes: aumento del consumo de alimentos con densidad calórica alta y densidad nutricional baja y aumento de la Carga Glicémica (CG) de las comidas.

a) Densidad calórica

Para adelgazar, una de las claves es aumentar el gasto y disminuir la ingesta de calorías para mantener un faltante.

A partir de las tablas de composición de alimentos de EE.UU. [40] se determinaron los rangos de densidad calórica (calorías por 100 g) para diferentes grupos alimentarios. La Figura 1 ilustra la comparación entre los alimentos de las Orígenes y los Nuevos, con una densidad calórica significativamente superior, lo que está asociado con sobrepeso y obesidad [41].

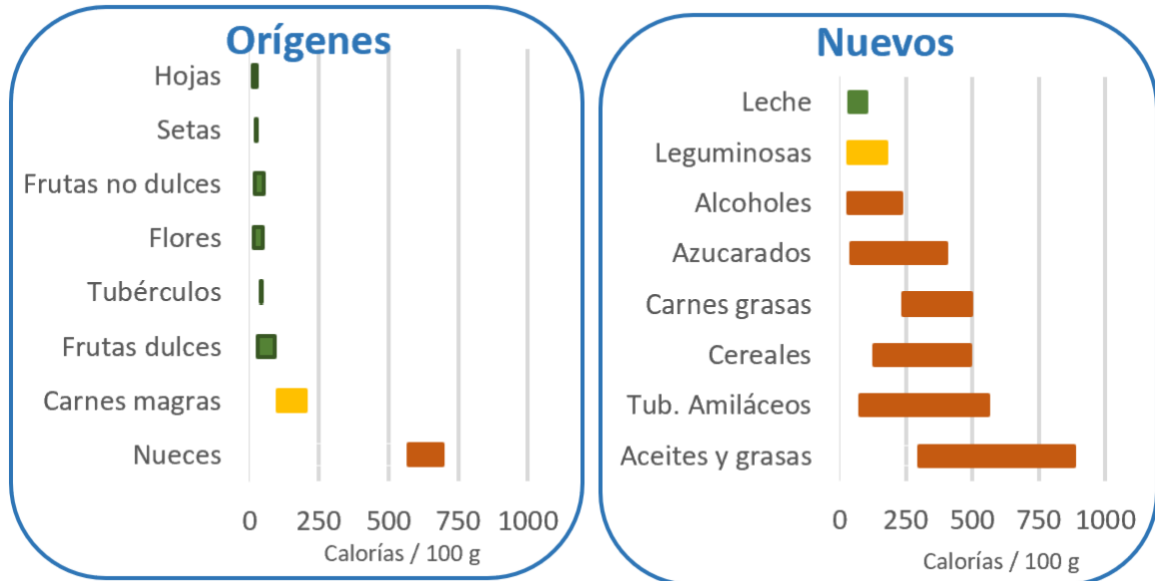


Figura 1: Densidad calórica (Verde: Baja. Amarillo: Media. Rojo: Alta)

b) Densidad nutricional

Recientemente ha aumentado la preocupación por asegurar una ingesta adecuada de nutrientes esenciales para combatir la “doble carga de la nutrición” (obesidad por comer muchas calorías junto con deficiencias nutricionales por comer alimentos pobres en nutrientes). Estas deficiencias nutricionales, aún en estadio marginal, son suficientes para alterar nuestro desempeño metabólico, físico y mental, dificultando los esfuerzos para adelgazar y mantener un peso saludable [42]. Desafortunadamente, las deficiencias nutricionales son características en muchas dietas restrictivas [43]. Una consecuencia de estas deficiencias nutricionales es la inflamación crónica de bajo grado (oculta), la cual, sin mostrar síntomas directos, es responsable por la mayoría de las comorbilidades en personas con sobrepeso u obesidad [44].

Orientar de forma simple y eficaz a la población hacia una ingesta adecuada de alimentos nutritivos es un desafío, debido a factores como: baja alfabetización nutricional / alimentaria [45], sobrecarga de información y desinformación [45], resistencia al cambio de hábitos, barreras socioeconómicas y de acceso a alimentos, y limitaciones de los profesionales de la salud [46].

Diversas iniciativas han sido utilizadas, incluyendo reeducación alimentaria [47], guías alimentarias [48], etiquetado nutricional [49], alegaciones nutricionales [50] y etiquetado frontal [51], con resultados por debajo de lo esperado.

Una propuesta reciente es el concepto de Densidad Nutricional [52]. Para el presente trabajo se eligió la definición: “veces de las necesidades diarias de un nutriente presente en la cantidad de alimento que satisface las necesidades diarias por calorías”.

Para instrumentalizar este concepto, se usaron los valores de Ingesta Diaria Recomendada (IDR) para cada nutriente, definidos por el Food and Nutrition Board de las National Academies de los EE.UU. [53], en combinación con los datos de las tablas de composición de alimentos de los EE.UU. [40], permitiendo calcular las veces de las necesidades de un nutriente presentes en 2.000 Calorías (necesidad para un hombre adulto medio). Posteriormente, se calculó la media para 12 vitaminas, 8 minerales, fibras y proteínas.

Se observó que los alimentos de un mismo grupo tienden a ser ricos o pobres en los mismos nutrientes [54]. Este hecho permitió estimar la Densidad Nutricional media representativa para un grupo de alimentos, considerando los alimentos más característicos.

En la Figura 2 vemos que los alimentos de las Orígenes tienen una Densidad Nutricional alta y que la mayor parte de los alimentos Nuevos tienen Densidad Nutricional baja, llegando algunos a ser Calorías Vacías (aportan calorías y poco o nada de otros nutrientes esenciales).

Si bien esta evaluación no incluye a los polifenoles, ya que no se les ha definido una IDR, sabemos que las frutas (dulces y no dulces), las crucíferas, los tubérculos no farináceos, los hongos y las nueces son ricos en estos nutrientes. Ya el contenido de polifenoles de los alimentos nuevos, en especial de los refinados, es significativamente inferior [55,56], lo cual refuerza el alto valor nutricional de los alimentos de las Orígenes.

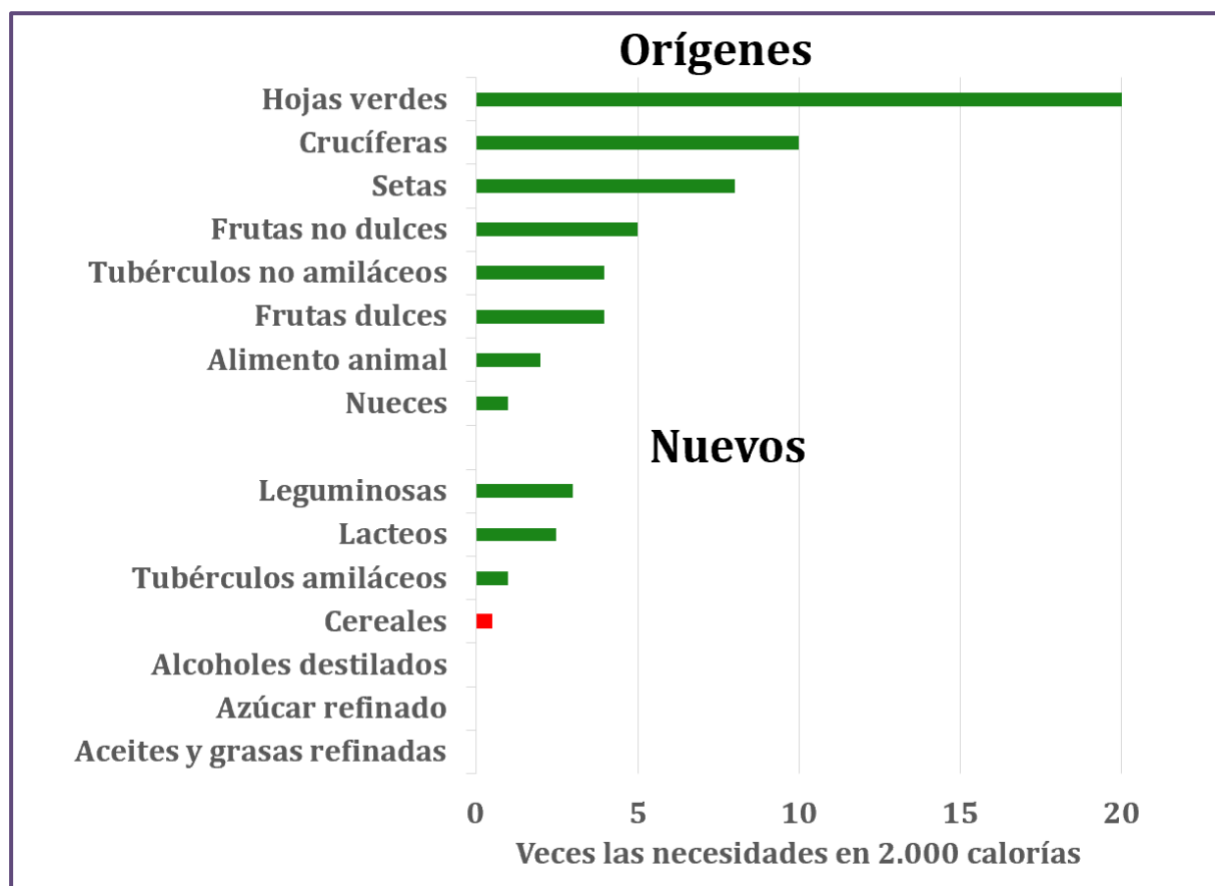


Figura 2: Densidad Nutricional media por grupo de alimentos

Adicionalmente, comparando las Figuras 1 y 2 podemos observar que la mayoría de los alimentos con baja densidad calórica también poseen alta densidad nutricional, estableciendo una sinergia entre los dos conceptos, facilitando elegir alimentos más adecuados [57].

Impresionante observar que 45,2% de las calorías de la alimentación occidental moderna provienen de calorías vacías (aceites y grasas refinadas y azucarados) e un 21,9% de alimentos con baja densidad nutricional (cereales y tubérculos amiláceos). Las hortalizas y frutas equivalen a apenas un 4,4% de las calorías. Los alimentos de origen animal representan un 25% y las leguminosas más nueces y semillas oleaginosas, con Densidad Nutricional media, suman apenas un 4,4% [24]. Esto explica la alta prevalencia de deficiencias nutricionales.

c) Carga Glicémica (CG)

Se recomienda priorizar el consumo de alimentos con bajo Índice Glicémico (IG) [58]. Sin embargo, es la CG (IG multiplicado por la cantidad de carbohidrato en una porción) la que nos da la respuesta glicémica de una comida, siendo clasificada como baja < 10 g, media 11 a 19 g y alta > 20 g [59].

El consumo frecuente de comidas con CG elevada resulta en constantes picos acentuados de glucosa y de insulina en la sangre, asociados con la obesidad y sus comorbilidades [60].

El exceso de glucosa se almacena como glucógeno, en los músculos y en el hígado. A medida que los depósitos de glucógeno se saturan el excedente de glucosa se convierte en ácidos grasos y se almacena en los tejidos adiposos. Las calorías provenientes de las grasas y del exceso de proteínas siguen el mismo camino. Así, el metabolismo queda orientado a usar glucosa como principal fuente de energía. Para quemar grasas (almacenadas y de la alimentación) es necesario moderar la CG de las comidas para reducir los depósitos de glucógeno, lo que permite invertir el metabolismo [61].

Si bien es difícil estimar la CG de la alimentación de los cazadores-recolectores, todo apunta a que era extremadamente baja, fluctuando entre periodos cetogénicos (muy baja) y bajos (alrededor de 10 g) [62]. Una evaluación reciente encontró que la CG diaria media en EE UU es de 133 g, lo que equivale a 44 g / comida (estimando que la población hace 3 comidas por día) [63], muy por encima de la alimentación de los Orígenes.

d) Otros cambios

El procesamiento térmico destruye vitaminas y promueve reacciones adversas, como la formación de acrilamida (resultante de la interacción entre almidones y proteínas) e nitrosaminas (formadas por la reacción del nitrito con proteínas), ambas reconocidas como carcinogénicas [64].

La conveniencia, unida al ritmo intenso moderno, ha alterado los patrones tradicionales de alimentación: mayor dependencia de comidas rápidas, consumo frecuente fuera del hogar y menos tiempo dedicado a la preparación de alimentos, lo que impacta negativamente en la calidad nutricional de la alimentación [64].

La selección genética ha permitido elegir plantas y animales con características genéticas favorables, como resistencia a variaciones ambientales, tolerancia a enfermedades, mayor productividad y mejor aceptación organoléptica [65]. Sin embargo, de forma inadvertida, se seleccionaron variedades con menor valor nutricional y con mayor contenido de toxinas y anti-nutrientes [65].

Adicionalmente, se intensificó la contaminación ambiental, introduciendo compuestos químicos que persisten en el ambiente [66]. Entre ellos destacan los disruptores endocrinos (como bisfenol A, ftalatos, pesticidas y retardantes de llama), implicados en disfunciones hormonales y metabólicas [67], antibióticos y hormonas promotoras del crecimiento usados en la alimentación animal, cuyos residuos inducen

resistencia bacteriana y posibles desequilibrios endocrinos en los consumidores [64]. La relevancia del uso de pesticidas/agrotóxicos en la aparición o agravamiento de las enfermedades crónicas no transmisibles está cada vez más documentada [68]. Simultáneamente, se observó la presencia de nanopartículas (<100 nm) provenientes de procesos industriales, cuyos efectos tóxicos incluyen estrés oxidativo, inflamación y posible daño celular [69,70]. El ambiente también fue contaminado con metales pesados, como plomo y cadmio [71], además de mezclas químicas complejas (pesticidas, herbicidas, PCB, PFAS) [72]. Por último, los gases de combustión generan una variedad de contaminantes del aire —gases y partículas— que contribuyen de forma significativa al desarrollo o empeoramiento de enfermedades no transmisibles [73].

Diversos medicamentos pueden contribuir al desarrollo de la obesidad al aumentar el apetito, inducir fatiga o interferir con la absorción de nutrientes. Entre estos fármacos destacan aquellos utilizados en el tratamiento de diabetes, epilepsia, hipertensión arterial, además de antipsicóticos y antidepresivos [74]. Al tratar una comorbilidad, puede favorecerse el surgimiento o agravamiento de la obesidad, lo que hará que se dificulte el tratamiento de la comorbilidad que se está tratando combatir y que aparezcan otras.

La reducción dramática de la altura tras el inicio de la revolución agrícola ya era una señal de alerta. Depender de pocos alimentos y vivir en asentamientos provocó una reducción de la expectativa de vida, aumento de las enfermedades infecciosas y el aumento de las deficiencias nutricionales [75].

Refinar alimentos durante la revolución industrial hizo que aumenten las deficiencias nutricionales: escorbuto (vitamina C), pelagra (niacina), beriberi (vitamina B₁), anemia ferropriva (ferro), bocio (yodo), xeroftalmia (vitamina A), espina bífida (Ac fólico), entre otras [23].

El hacinamiento en asentamientos permanentes, junto con la reducción de la inmunidad, favoreció la diseminación de enfermedades infecciosas [75]. Paralelamente, las transformaciones en la alimentación provocaron alteraciones en la composición de la microbiota intestinal [75].

Se estima que más del 50 % de las muertes por enfermedades no transmisibles están relacionadas a la inflamación crónica de bajo grado (oculta) [44]. Existe un ciclo vicioso entre inflamación oculta y obesidad. La inflamación oculta altera el metabolismo y afecta negativamente la regulación del hambre y la saciedad, produciendo el aumento del tejido adiposo, el que, a su vez, contribuye con la producción de niveles elevados de citocinas inflamatorias, lo que perpetúa el ciclo de inflamación oculta [76]. Esta inflamación es causada por: picos en los niveles de glucosa e insulina en la sangre [77] alto consumo de grasas trans [78]; relación alta de omega 6 / omega 3 [79]; aditivos en carnes procesadas [80]; consumo excesivo de alcohol [81]; alergias [82]; disbiosis de la microbiota intestinal [83]; intolerancia a lactosa [84]; intolerancia al gluten [85]; aditivos artificiales [86]; contaminantes ambientales, pesticidas, metales pesados [87]; deficiencias nutricionales, en especial de nutrientes antioxidantes e antiinflamatorios [88]; estrés [89]; sedentarismo [90]; bajo consumo de fibras solubles [91]; fumo [92]; disruptores endócrinos [93] y disturbios del sueño [94] Diversos estudios indican que, para combatir la inflamación oculta, es necesario reducir la exposición a agentes inflamatorios mencionados y adoptar una alimentación rica en compuestos antiinflamatorios [95].

A partir del siglo XX se tienen grandes avances en vacunas, antibióticos, sanitización, atención médica, diagnóstico y tratamiento de enfermedades, mejor educación, fortificación de alimentos, mejoras del poder adquisitivo y reducción del tabaquismo, permitiendo aumentar la longevidad [96]. En contrapartida, el aumento de

las enfermedades no transmisibles debido a los cambios en la alimentación está haciendo que la longevidad comience a disminuir [97].

La alimentación occidental moderna provoca un desequilibrio en la microbiota intestinal (disbiosis), lo cual está asociado a problemas metabólicos, enfermedades inflamatorias, alteraciones de la salud mental (como ansiedad y depresión) y trastornos gastrointestinales [98].

El programa de intervención se enfoca en manejar los tres sistemas hormonales más importantes en el control de la saciedad: 1) Mantener niveles de glucosa e insulina en la sangre regulados a través de comidas con CG moderada [99]. 2) Mantener niveles de grelina bajos al preferir alimentos con un tiempo de residencia en el estómago mayor [100–102], donde, para las proteínas es mayor que para las grasas saturadas y mayor que para las fibras [103]. 20 a 30 g de proteína producen una sensación de saciedad durante 3 a 6 horas. Cantidades mayores no aumentan significativamente este efecto [104]. 3) Mantener alimentación adecuada en proteínas, fibras solubles, polifenoles y omega-3, los cuales ejerce un papel crucial en la regulación del apetito modulado por la hormona GLP-1 (péptido semejante al glucagón) [105].

Entre las estrategias para combatir la obesidad tenemos: reeducación alimentar, dietas, práctica regular de actividad física, uso de medicamentos, alimentos sustitutos y cirugía bariátrica [106].

Las dietas incluyen restricción calórica, de gorduras o de carbohidratos, estilos alimentares alternativos (mediterráneo, paleolítico vegetarianos/veganos, cetogénicos e carnívoros), ayuno intermitente e el uso de sustitutos de las comidas [107,108].

Los gobiernos han contribuido elaborando guías alimentares [109], etiquetado nutricional [110], etiquetado frontal [111], alegaciones nutricionales [112] e impuestos para alimentos considerados como poco saludables.

A pesar de las ventajas individuales de cada estrategia, el “efecto rebote” sigue siendo un problema común. Además, la eficacia de la pérdida de peso tiende a disminuir con intentos consecutivos [113].

La importancia del profesional de la salud es clara [114]. Sin embargo, muchos médicos no se sienten preparados adecuadamente [115]. Además, con frecuencia la práctica clínica se centra en tratamientos farmacológicos, mientras que el cambio de hábitos recibe menor atención [115]. Recientemente se ha evidenciado la importancia de la psicología [116]. La actuación holística médico-nutricionista- psicólogo logra mejores resultados [117].

Los medios de comunicación tienen una relación compleja con la obesidad y las enfermedades no transmisibles. La industria frecuentemente publicita productos poco saludables [118], La promoción de alimentos saludables es rara y se limita a acciones puntuales de pequeños productores o asociaciones regionales [119]. Además, los medios digitales frecuentemente muestran estándares corporales y estilos de vida poco realistas, fomentando prácticas alimentarias y de actividad física perjudiciales [120]. La desinformación y los consejos vagos amplifican la confusión del consumidor, llevándolo a elecciones inadecuadas [118]. La información incorrecta tiende a perpetuarse en los medios, prolongando la confusión [118].

Las soluciones de Tecnologías de la Información (TI) pueden usarse para desarrollar hábitos saludables. En Brasil la mayoría de las personas posee un teléfono móvil [121] y pasan en promedio más de 4 horas en las redes sociales, siendo WhatsApp, Facebook e Instagram las más utilizadas [122]. El avance de la tecnología 5G permite transmisión rápida de datos, posibilitando una mejor experiencia [123]. El mercado brasileño de la salud está incorporando rápidamente las TI [124,125]. Ya existen aplicaciones para monitorizar hábitos, actividad física, nutrición, frecuencia cardíaca y

patrones de sueño. Hay comunidades para el intercambio de experiencias y apoyo mutuo [126]. Los servicios de coaching virtual permiten obtener orientación profesional personalizada por medio de plataformas digitales. La inteligencia artificial está llegando rápidamente al área de la salud brasileña [127].

Una publicación reciente evaluó 8 estudios que utilizan plataformas WEB mostrando buenos resultados [128]. Otro metaanálisis encontró que las intervenciones que utilizan TI producen resultados mejores [129].

El cambio de hábitos exige esfuerzo y tiempo considerables [130]. Las barreras incluyen: falta de motivación, entorno desfavorable, falta de conocimiento, miedo al fracaso, viejos hábitos difíciles de romper, ausencia de apoyo social, expectativas irreales, falta de tiempo y resistencia al cambio [131,132]. Creencias erróneas, profundamente arraigadas, generan confusión y son difíciles de modificar [133].

La nutrición es una ciencia reciente y con alto grado de complejidad que necesita investigaciones a gran escala, demoradas y recursos significativos, lo que hace que aún existan áreas de incertidumbre (por ejemplo: margarina o mantequilla, consumir huevos o no, frutas en diabéticos, etc.) [134]. Intereses comerciales y políticos, así como prácticas profesionales inadecuadas, amplían esa confusión (por ejemplo, el mito de más de 70 años sobre los efectos perjudiciales de las grasas saturadas) [135].

Para complicar, enfrentamos la curva del olvido (en una semana recordaremos cerca del 20% de lo que vimos hoy) [136]. Refuerzos frecuentes y en intervalos cortos son más eficaces que estímulos espaciados para promover cambios sostenibles [137].

El costo del acompañamiento profesional presencial hace que para muchas personas resulte difícil mantener sesiones frecuentes para cambiar hábitos [138].

La Tabla 1 muestra el resumen del plan holístico de reprogramación en evaluación:

Tabla 1: Elementos del plan de intervención

- Moderar alimentos con alta densidad calórica,
- Preferir alimentos con alta densidad nutricional
- Moderar carga glucémica a cerca de 10 g/comida, idealmente una fruta
- Hacer comidas antes de sentir hambre (aproximadamente cada tres horas).
- Iniciar todas las comidas con un vaso de agua.
- Iniciar el almuerzo y la cena con una ensalada abundante, seguida de una porción de alimento de origen animal (aprox. 125 g crudo, equivalente a 100-110 g cocido) acompañado de cantidad abundante de hortalizas calientes. Finalizar con fuente de carbohidrato, idealmente una fruta.
- Desarrollar actividad física moderada y placentera
- Proceso continuo de educación, persuasión y refuerzo fundamentado en evidencias, a través de videos diarios, encuentros virtuales semanales, foro y contacto personal vía WhatsApp
- Uso de herramientas psicológicas: desarrollo de gran imagen, espiral de mejora continua, terapia cognitivo-conductual, conciencia plena (mindfulness) y combate del estrés y del ciclo restricciones-frustraciones-culpa.

Método

Para identificar la efectividad del programa propuesto, se planificó un estudio experimental, longitudinal, descriptivo, con enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo), aprobado por el Comité de Ética Brasileño.

La selección de participantes siguió un muestreo no probabilístico, mediante el envío de WhatsApp al círculo de contactos del investigador, aceptando mayores de 18 años, con IMC > 27,5, con facilidad de uso de celulares, que deseen adelgazar y que puedan participar del encuentro presencial inicial y final. Se excluyeron mujeres embarazadas, personas con trastornos alimentarios (Bulimia, Anorexia Nerviosa y Compulsión Alimentaria) y veganos.

Un total de 50 interesados respondieron el cuestionario de anamnesis virtual preguntando sobre sexo, edad, altura, peso, peso deseado, actividad física, comorbilidades diagnosticadas (diabetes tipo 2, hipertensión, depresión, colesterol alto, estreñimiento, esteatosis, hipotiroidismo, anemia, osteoporosis, sarcopenia), consumo de suplementos, medicamentos para adelgazar y medicamentos de uso regular, intolerancias alimentarias, nivel de estrés y aspectos generales sobre hábitos y actitudes relacionados con la alimentación.

De las 28 personas que firmaron el Termino de Consentimiento Libre y Aclarado, e iniciaron el programa, cuatro lo abandonaron (desistencia del 14 %). Dos personas no pudieron participar del encuentro final (pierna enyesada y viaje de trabajo), las que no se consideran desistencias. Veintidós personas finalizaron el programa (20 mujeres y 2 hombres), con una edad media de 57,5 años.

Los participantes se incluyeron en un Foro vía WhatsApp para intercambio de experiencias y aclarar dudas y se registraron en la plataforma de apoyo (www.praam.net) que pone a disposición vídeos diarios de 5 a 10 minutos cada uno. Adicionalmente, la plataforma entrega un resumen de las porciones adecuadas para 10 g de CC (unidades culinarias, peso, calorías e Densidad Nutricional), para los alimentos más comunes,

Se solicitó responder cuestionarios en línea sobre Hábitos Alimentarios (desarrollado y validado por el proyecto ELSA-Brasil [139], que mide la frecuencia de consumo de alimentos) y de Actividad Física (desarrollado y validado por el proyecto ELSA-Brasil [140], que evalúa tipo, frecuencia, duración e intensidad de la actividad).

Con base en las respuestas se envió (vía WhatsApp privado) evaluaciones individuales con oportunidades de mejora y acciones personalizadas. En los casos más difíciles se realizó una reunión virtual personalizada para intercambio de ideas. Se orientó a los participantes con niveles elevados de estrés y depresión a buscar apoyo profesional complementario. Para evitar desmotivación, a los que tenían un objetivo poco realista se les sugirió ajustarlo a adelgazar cerca de 10 kg en los primeros tres meses iniciales del programa.

Los participantes fueron invitados a un encuentro presencial para el pesaje en ayunas (entre las 08:00 y 09:00), por bioimpedancia (balanza marca Omron, modelo HBF-226, que mide: peso (Kg \pm 100 g), grasa total (% del peso total \pm 0,1 %), grasa visceral (% de la grasa total \pm 1 %) y musculatura esquelética (% del peso total \pm 0,1 %)). Después del pesaje y desayuno, se realizó una breve introducción al programa.

Con vistas a corregir posibles deficiencias nutricionales y disbiosis preexistentes, que pudieran comprometer el desempeño del programa, se sugirió incluir, durante el primer mes un suplemento vitamínico-mineral, probiótico, prebiótico y Omega 3.

Se solicitó que los viernes se envíe, vía foro o WhatsApp personal, el peso en ayunas, usando balanza personal. Como retorno, recibieron por el mismo medio

comentario con el objetivo de fortalecer la autoestima e identificar oportunidades de mejora, en consonancia con el concepto de la espiral de mejora continua.

Los contenidos y secuencias de los videos diarios fueron diseñados para persuadir y estimular progresivamente los cambios mencionados en la Tabla 1.

Los encuentros virtuales de grupo, los sábados de cada semana, de aproximadamente una hora (gravado para asistir posteriormente, caso necesario), apoyaron el proceso de cambios de hábitos, aclarando dudas e intercambiando experiencias.

Caso necesario, los participantes pudieron tener contacto privado (WhatsApp) con el mentor del programa para las situaciones confidenciales. De la misma forma, el mentor contactó los participantes que mostraban un bajo desempeño con el objetivo de evaluar las dificultades y apoyar en el proceso de cambios.

Al finalizar 12 semanas, se realizó un nuevo encuentro presencial para medir los pesos finales (peso, gordura total, gordura visceral y musculatura esquelética), solicitando que respondan nuevamente los cuestionarios de Hábitos Alimentarios y de Actividad Física. Adicionalmente, se solicitó respuestas del cuestionario “Cómo fue mi trayectoria”, que evaluó la percepción sobre mejoría de la salud (general y condiciones preexistentes) y el nivel de satisfacción en relación a los videos (número vistos, claridad y relevancia de los contenidos), reuniones virtuales (participación y utilidad), el foro vía WhatsApp (participación y utilidad) y la disposición a recomendar el programa.

Tras el término del período intensivo de 12 semanas, los participantes continuaron en el programa por 9 meses más, con la diferencia que ya no hay videos diarios y las reuniones virtuales pasaron a ser mensuales, destinadas a consolidar los cambios de hábitos desarrollados.

La Figura 3 muestra la evolución semanal del peso promedio y para la mitad de los participantes que adelgazó más rápido (-7,9 Kg) y la mitad que lo hizo más lento (-3,2 Kg), siguiendo las orientaciones de que cada uno elige la velocidad de adelgazamiento.

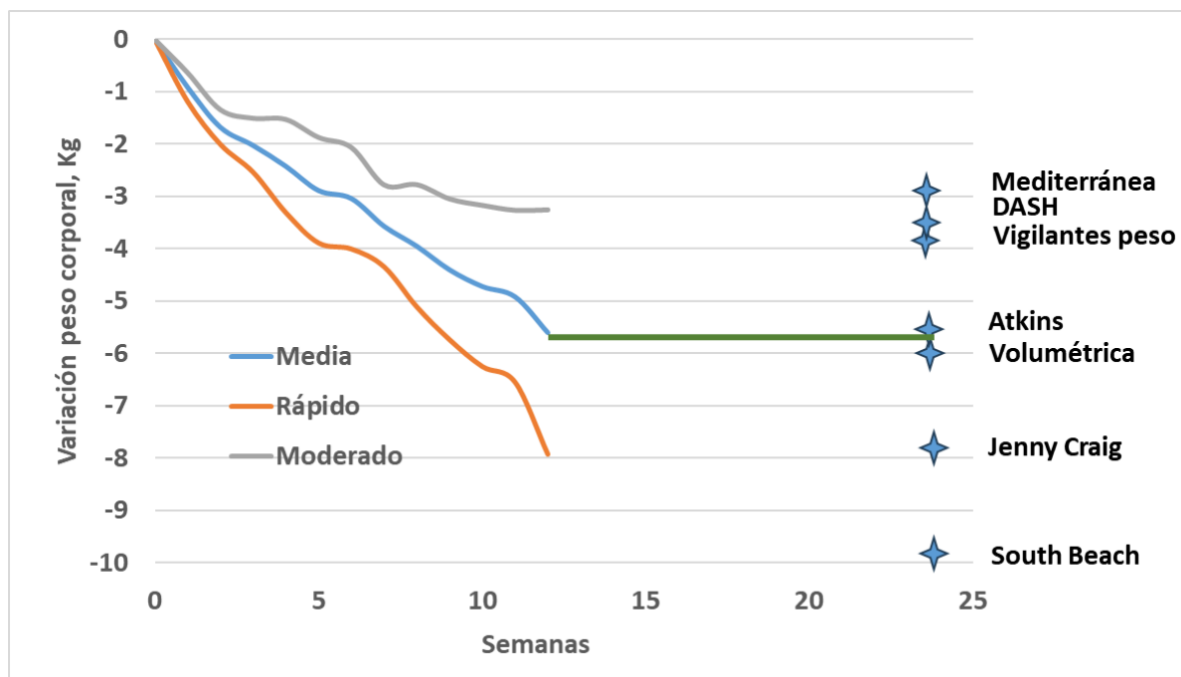


Figura 3: Curva de adelgazamiento

De acuerdo con un metaanálisis reciente que comparó 14 programas durante seis meses, los que más se destacaron fueron: South Beach, perdiendo 9,9 kg; Jenny Craig 7,8 kg; Volumétrica 6 kg; y Atkins 5,5 kg. [141]. Con una pérdida media de 5,6 kg alcanzada en mitad del tiempo (3 meses), el presente programa se sitúa en una posición destacada a nivel mundial.

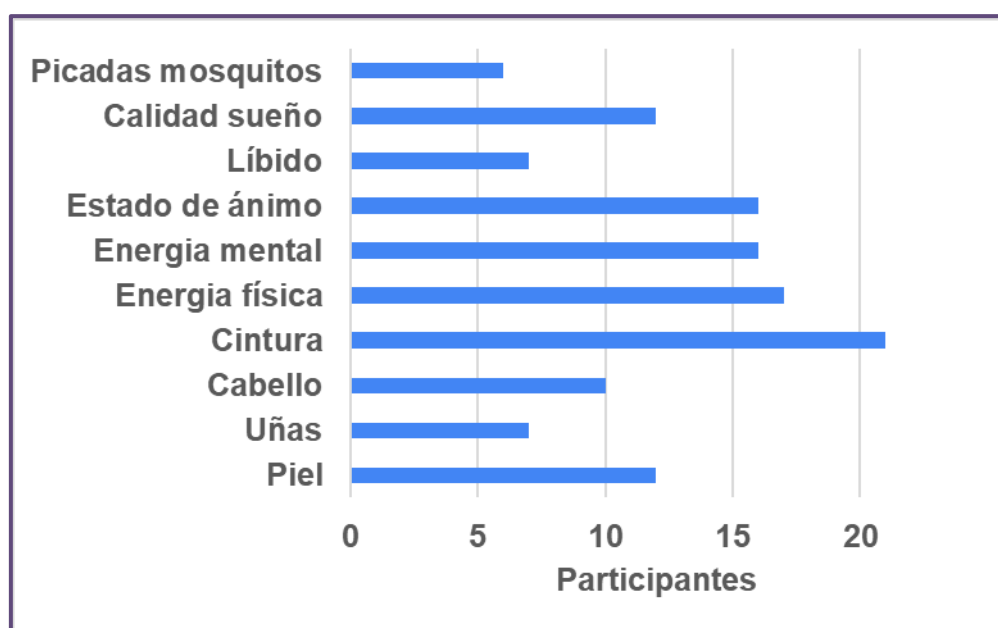


Figura 4: Mejorías percibidas de salud en general

La Figura 4 muestra el número de participantes que percibieron mejoras para la salud en general. Nadie mencionó deterioros. La Figura 5 muestra el número de participantes que percibieron mejoras para las condiciones de salud preexistentes. Solo un caso indicó empeoramiento en el estreñimiento, sospechando causas no relacionadas con el programa. Varios participantes relataron mejoras en la autoestima, inmunidad y reducción del sentimiento de culpa. Durante la primera y segunda semana, algunos participantes relataron dolores leves de cabeza, que fue relacionado con una CG muy inferior a la recomendada. Tras la corrección, los síntomas desaparecieron.

Hubo una alta variabilidad en el número de vídeos vistos. El 90 % encontró los vídeos claros y relevantes. El 60 % consideró la participación en las reuniones semanales como “muy útiles” y casi el 50 % consideraron que el Foro ayudó en el proceso. Todos manifestaron que recomendarían el programa.

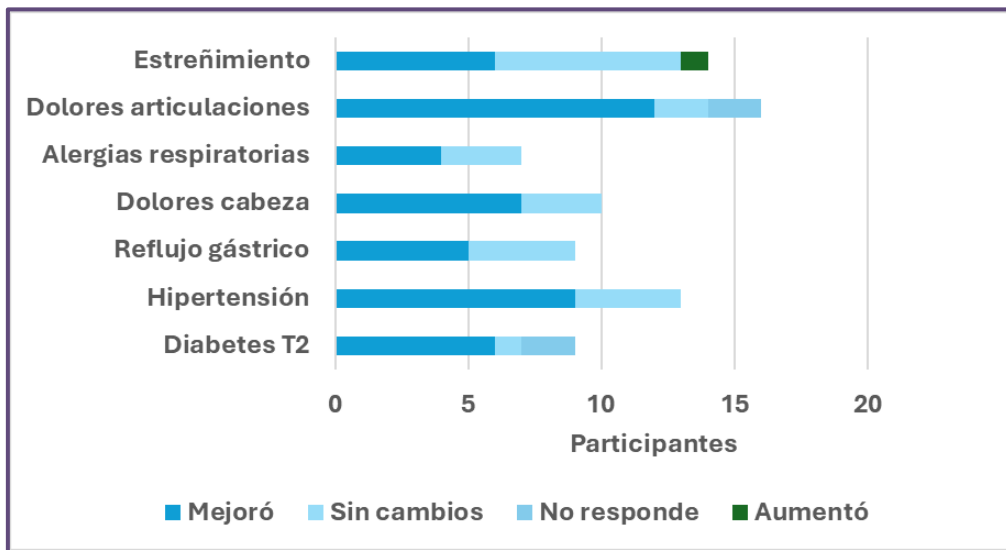


Figura 5: Mejorías percibidas para condiciones de salud preexistentes

Discusión y conclusiones

Los cambios de hábitos alimentares y de actividad física confirman una transición hacia un estado más consciente e intuitivo, clave para adelgazar rápidamente y en forma saludable. Las herramientas virtuales (evaluación inicial, plataforma de apoyo, videos, porciones, fórum, encuentros semanales, conversaciones vía WhatsApp) y el uso de enfoques psicológicos (definir grande imagen, espiral de mejoría continua, TCC, conciencia plena (mindfulness), y combatir el estrés y el ciclo restricciones-frustraciones-culpas) trabajaron con sinergia holística para ayudar a alcanzar los objetivos de los participantes.

Moderar Densidad Calórica

Contar calorías versus moderar densidad calórica es un debate reciente [142,143].

- Contar calorías ofrece precisión en el balance energético, útil para quien busca control detallado, pero exige disciplina y puede generar estrés u obsesión, además de no considerar aspectos como la saciedad y la respuesta hormonal.
- Preferir alimentos con baja densidad calórica permite comer volúmenes mayores, aumenta la saciedad y favorece una alimentación más intuitiva, aunque puede causar monotonía.

La Tabla 2 confirma que la orientación de moderar la densidad calórica, apoyada por la Figura 1, contribuyó a reducir la ingesta de calorías, en forma intuitiva.

Preferir Densidad Nutricional

La Tabla 2 también confirma el aumento del consumo de alimentos con mayor densidad nutricional, apoyada por la Figura 2.

Como varios participantes informaron dificultad para estimar el tamaño de las porciones en el cuestionario sobre Hábitos Alimentares, no fue posible cuantificar la variación del consumo de calorías y de nutrientes esenciales.

Moderar CG

Tras décadas de debate sobre las ventajas de reducir grasas versus moderar carbohidratos, las evidencias actuales indican que, a largo plazo (12 a 24 meses), no hay grandes diferencias. En el corto plazo (6 a 12 meses), las dietas moderadas en carbohidratos muestran ser más eficaces. Lo más importante es mantener el déficit calórico y la adherencia al programa, independientemente del tipo de restricción alimentaria [144].

El programa evaluado adoptó un enfoque híbrido: preferir alimentos de baja densidad calórica (lo que incluye reducir grasas e otras fuentes de calorías) y moderar la CG a cerca de 10 g. Los cambios de hábitos alimentarios (Tabla 2) y los resultados antropométricos (Tabla 3) confirman la efectividad de este enfoque.

Los participantes no mostraron dificultades para adoptar este enfoque híbrido, en comparación con lo reportado en la literatura que indica que las dietas extremadamente bajas en carbohidratos (cetogénicas y carnívoras) son difícil de seguir y presentan riesgos para la salud [145].

Este programa fue de grande utilidad para moderar los síntomas de la mayoría de los participantes que padecían de diabetes tipo 2, tal como se muestra en la Figura 5, lo cual se encuentra ampliamente refrendado en la literatura [146].

Es importante considerar que existe una gran variación en la respuesta glucémica de una persona a otra y de una comida a otra en el mismo individuo, para una misma CG. Personas con mayor nivel de resistencia a la insulina presentan respuestas más acentuadas [147]. El estado del bioma intestinal altera la respuesta [147]. En personas con cronotipo matutino, la respuesta a una misma CG es mayor en la noche que en la

mañana [148]. La matriz del alimento (fibra, grasa, proteína) [149] y el orden en que los macronutrientes son consumidos también influencia [150].

Actividad física moderada y agradable

Los beneficios metabólicos y psicológicos de la actividad física son abundantes [151].

Sin embargo, el ejercicio alcanza su máximo potencial cuando se combina con intervenciones nutricionales, conductuales y de apoyo a un estilo de vida saludable [151].

Las recomendaciones del programa de desarrollar actividad física moderada y agradable alcanzaron su objetivo, reduciendo el comportamiento sedentario y aumentando el número de participantes que realizaron al menos 150 minutos semanales de actividad física, sugeridos por la Organización Mundial de la Salud [12].

Cambios antropométricos: Peso

Como se observa en la Figura 3 el programa alcanzó un desempeño que lo posiciona entre los mejores programas a nivel mundial

Cambios antropométricos: Grasa visceral

El programa contribuyó con cambios de hábitos para los que hay evidencias sobre su beneficio para reducir la gordura visceral, tales como: actividad física [152,153], alimentación hipocalórica [154,155], consumo adecuado de proteína [156,157], Carga Glicémica baja [158] y alimentación antiinflamatoria [158], lo que explica que prácticamente todos los participantes redujeron la gordura visceral, con una media de 1,5 Kg

Cambios antropométricos: Musculatura esquelética

Los resultados de bioimpedancia muestran un aumento medio de 1% en el porcentaje de musculatura esquelética. Sin embargo, al ponerlo en contexto, junto con la pérdida de peso total, llegamos a que hubo una reducción media, no significativa, de 0,4 Kg, tal como se muestra en la Tabla 3. Hay que considerar que al pasar de una alimentación alta en carbohidratos a otra con CG moderada, es de esperar una reducción del glucógeno muscular y hepático (y agua ligada). Como la balanza de bioimpedancia no distingue entre masa muscular y glucógeno, no se puede sacar una conclusión confiable de las mediciones.

Mejorías más allá que el peso

Diversos autores destacan que una reducción rápida del peso (> 5 a 10 % en menos de seis meses) está asociada a riesgos sustanciales para la salud [159,160], incluyendo:

- Nutricional: piel pálida, debilidad, fatiga, pérdida de cabello, antojos inusuales, estreñimiento, depresión, entumecimiento u hormigueo en las articulaciones, falta de concentración, entre otros (93),
- Psicológico: irritabilidad, fatiga, hambre, depresión, ansiedad, compulsión alimentaria y obsesión por la comida [159],
- Físico: dolores de cabeza, mareos, estreñimiento, irregularidades menstruales, caída del cabello y pérdida de masa muscular [161],
- Sueño: mala calidad [162].

Los participantes bajaron en promedio 6,8 % del peso corporal en apenas 3 meses, sin que ninguno de los riesgos asociados hayan sido observados. Por el contrario, conforme ilustrado en las Figuras 4 y 5, se observaron importantes mejoras percibidas, tanto sobre la salud general, cuanto de los problemas de salud preexistentes.

Enfoque holístico

Las dietas y programas tradicionales para adelgazar se centran predominantemente en la reeducación alimentaria y actividad física. Generalmente, la dimensión mental es olvidada. El presente estudio contribuye a aportar evidencias sobre la importancia de incorporar herramientas psicológicas, como: definir una “gran imagen” [163,164]; espiral de mejoría continua [163,165]; consciencia plena – mindfulness [166];

terapia cognitivo-comportamental [167]; control del estrés [168]; romper el ciclo restricciones – frustraciones – culpas [169] y reducir la curva del olvido [136].

Personalización

Se evidenció el valor de adoptar un enfoque personalizado, en contraste con el modelo de “una solución para todos” [170]. Los encuentros semanales, el Foro y los contactos individuales permitieron identificar características y necesidades individuales, permitiendo su personalización para lograr mejores resultados, tales como lacto-ovo-vegetarianismo, lipedema, deficiencias cognitivas congénitas, patrones de autosabotaje, entre otros.

Tasa de abandono

La tasa de abandono de este estudio fue del 14 %, un resultado notable cuando se compara con revisiones sistemáticas que reportan tasas que fluctúan entre el 20 y el 80% [171–173].

Varios participantes manifestaron en diversos momentos la intención de abandonar el programa, causado por escepticismo, sentimiento de singularidad (“yo soy diferente”), creencias limitantes, percepción de estancamiento (dejé de adelgazar), metabolismo lento, interpretación equivocada de la balanza, falta de tiempo, estrés, depresión, sentimientos de culpa, distorsiones cognitivas, viajes, enfermedades, accidentes y agotamiento en el trabajo (“burn-out”).

Las herramientas de apoyo y el enfoque holístico fueron esenciales para identificar y trabajar tempranamente esas situaciones, manteniendo un alto nivel de motivación, compromiso y desempeño, junto con una baja tasa de abandono.

Costo - efectividad

La Razón de Costo-Efectividad Incremental (RCEI) se usa para comparar dos programas de intervención, siendo definida como la diferencia de los costos dividida por la diferencia del efecto alcanzado por ambos programas [174,175]. Las intervenciones digitales para adelgazar muestran evidencias de ser costo-efectivas frente a los atendimientos presenciales [174,175].

Sin pretender hacer un análisis detallado, los hallazgos de este estudio muestran una alta efectividad para adelgazar y mejorar la salud. Al mismo tiempo, la evaluación del costo fue inferior al estimado inicialmente. Este resultado sugiere que este programa tiene potencial para posicionarse como una alternativa prometedora en el contexto de servicios de adelgazamiento saludable, siendo costo/efectivo.

Conclusiones

Los resultados de esta investigación confirman que el programa evaluado alcanzó el objetivo general de adelgazar en forma saludable.

Los rápidos y excelentes cambios de hábitos alimentarios y de actividad física, las evidentes mejoras en la salud, la alta efectividad comparada con otros programas, la facilidad de personalización, la baja tasa de abandono, y la buena relación costo/efectividad muestran que el programa reúne las características para posicionarse entre los más eficaces e innovadores globalmente, siendo favorable tanto para quien desea adelgazar, como para los profesionales que lo apliquen.

Entre las limitaciones, 1) la bioimpedancia mostró dificultades para evaluar las variaciones de masa muscular, 2) el cuestionario de hábitos alimentares no entregó datos confiables para evaluar las variaciones en el consumo de calorías y de nutrientes esenciales y 3) los resultados sobre salud y bienestar se basaron en la percepción de los participantes, lo que impone un riesgo de sesgo subjetivo. Estas son áreas interesantes para evaluar a futuro.

Considerando la naturaleza crónica de la obesidad y los desafíos asociados con el mantenimiento del peso, es interesante realizar estudios longitudinales de continuación

con los participantes para evaluar la sostenibilidad de los resultados alcanzados a largo plazo.

Agradecimientos: A mi esposa por el apoyo incondicional. A Simone Ushikusa (Nutricionista) e Daniel Vieira (Psicólogo) por el apoyo en el desarrollo de la plataforma de ayuda.

Conflicto de intereses:

El autor declara que está interesado en la puesta en marcha de un emprendimiento basado en los resultados presentados en este estudio. Dicho emprendimiento no influyó en el diseño del estudio, en la recolección ni en el análisis de los datos; la ejecución de la investigación fue independiente, y todos los procedimientos, decisiones metodológicas y resultados reflejan fielmente los datos originales.

Referencias

- [1] Boutari C, Mantzoros CS. A 2022 update on the epidemiology of obesity and a call to action: as its twin COVID-19 pandemic appears to be receding, the obesity and dysmetabolism pandemic continues to rage on. *Metabolism* 2022;133:155217. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2022.155217>.
- [2] WHO. Obesity and overweight. World Health Organization - Fact Sheets 2024. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight> (accessed June 18, 2024).
- [3] Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. Departamento de Análise Epidemiológica e Vigilância de Doenças Não Transmissíveis. *Vigitel Brasil 2023: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico: estimativas sobre frequência e distribuição sociodemográfica de fatores de risco e proteção para doenças crônicas nas capitais dos 26 estados brasileiros e no Distrito Federal em 2023*. Brasília: 2023.
- [4] Ward ZJ, Bleich SN, Long MW, Gortmaker SL. Association of body mass index with health care expenditures in the United States by age and sex. *PLoS One* 2021;16:e0247307. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247307>.
- [5] World Obesity. Global Obesity Observatory - Interactive maps. World Obesity 2019. https://data.worldobesity.org/region/who-americas-region-3/#data_prevalence (accessed February 8, 2025).
- [6] Kloock S, Ziegler CG, Dischinger U. Obesity and its comorbidities, current treatment options and future perspectives: Challenging bariatric surgery? *Pharmacol Ther* 2023;251:108549. <https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2023.108549>.
- [7] Pontzer H, Wood BM, Raichlen DA. Hunter-gatherers as models in public health. *Obesity Reviews* 2018;19:24–35. <https://doi.org/10.1111/obr.12785>.
- [8] Alt KW, Al-Ahmad A, Woelber JP. Nutrition and Health in Human Evolution—Past to Present. *Nutrients* 2022;14:3594. <https://doi.org/10.3390/nu14173594>.
- [9] Gurven M, Kaplan H. Longevity Among Hunter- Gatherers: A Cross-Cultural Examination. *Popul Dev Rev* 2007;33:321–65. <https://doi.org/10.1111/j.1728-4457.2007.00171.x>.
- [10] Pontzer H, Raichlen DA, Wood BM, Mabulla AZP, Racette SB, Marlowe FW. Hunter-Gatherer Energetics and Human Obesity. *PLoS One* 2012;7:e40503. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0040503>.
- [11] Carrera-Bastos P, Fontes, O'Keefe, Lindeberg, Cordain. The western diet and lifestyle and diseases of civilization. *Research Reports in Clinical Cardiology* 2011:15. <https://doi.org/10.2147/RRCC.S16919>.
- [12] Bull FC, Al-Ansari SS, Biddle S, Borodulin K, Buman MP, Cardon G, et al. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *Br J Sports Med* 2020;54:1451–62. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102955>.
- [13] WHO. Global status report on physical activity 2022. Geneva: 2022.
- [14] Segal Y, Gunturu S. *Psychological Issues Associated With Obesity*. StatPearls Publishing; 2025.
- [15] Sarwer DB, Polonsky HM. The Psychosocial Burden of Obesity. *Endocrinol Metab Clin North Am* 2016;45:677–88. <https://doi.org/10.1016/j.ecl.2016.04.016>.
- [16] van Egmond LT, Meth EMS, Engström J, Ilemosoglou M, Keller JA, Vogel H, et al. Effects of acute sleep loss on leptin, ghrelin, and adiponectin in adults with healthy weight and obesity: A laboratory study. *Obesity* 2023;31:635–41. <https://doi.org/10.1002/oby.23616>.
- [17] SBCBM. 60% dos pacientes com obesidade sofrem de distúrbio psiquiátrico. SBCBM - Sociedade Brasileira de Cirurgia Bariátrica e Metabólica 2022. <https://sbcbm.org.br/60-dos-pacientes-com-obesidade-sofrem-de-disturbio-psiquiatrico> (accessed July 9, 2025).

- [18] Zielińska M, Łuszczki E, Dereń K. Dietary Nutrient Deficiencies and Risk of Depression (Review Article 2018–2023). *Nutrients* 2023;15:2433. <https://doi.org/10.3390/nu15112433>.
- [19] Vafiadis D. How Excess Weight Impacts Our Mental and Emotional Health. NCOA - National Council on Aging 2024. <https://www.ncoa.org/article/how-excess-weight-impacts-our-mental-and-emotional-health> (accessed July 1, 2024).
- [20] Kedar Y, Kedar G, Barkai R. The influence of smoke density on hearth location and activity areas at Lower Paleolithic Lazaret Cave, France. *Sci Rep* 2022;12:1469. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-05517-z>.
- [21] Janiak MC. Of starch and spit. *Elife* 2019;8. <https://doi.org/10.7554/eLife.47523>.
- [22] Davidson B, Maciver J, Lessard E, Connors K. Meat lipid profiles: a comparison of meat from domesticated and wild Southern African animals. *In Vivo* 2011;25:197–202.
- [23] Crane-Kramer G, Buckberry J. Changes in health with the rise of industry. *Int J Paleopathol* 2023;40:99–102. <https://doi.org/10.1016/j.ijpp.2022.12.005>.
- [24] Azzam A. Is the world converging to a ‘Western diet’? *Public Health Nutr* 2021;24:309–17. <https://doi.org/10.1017/S136898002000350X>.
- [25] Codex Alimentarius Commission. General Standard for Food Additives (CODEX STAN 192-1995, revised 2024). Roma: 2025.
- [26] Babbel J, Ramos C, Wangberg H, Luskin K, Simon R. Adverse reactions to food additives. *Journal of Food Allergy* 2021;3:8–23. <https://doi.org/10.2500/jfa.2021.3.210004>.
- [27] Rego RA, Vialta A, Ceribelli Madi LF. Biscoitos Industrializados: Nutrição e indulgencia na cultura alimentar. São Paulo: 2020.
- [28] British Food: A History. A Very Brief History of Bread. *British Food: A History* 2012. <https://britishfoodhistory.com/2012/01/15/our-daily-bread/> (accessed April 15, 2025).
- [29] Cruz EP. Dia Mundial do Pão: conheça um pouco da história do produto no Brasil. AgênciaBrasil 2019. <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2019-10/dia-mundial-do-pao-conheca-um-pouco-da-historia-do-produto-no-brasil> (accessed April 15, 2025).
- [30] Amback A. A historia do macarrão no Brasil. São Paulo: 2014.
- [31] Pereira A da S. A evolução da cultura da batata no Brasil. *Hortic Bras* 2011;29.
- [32] Ministerio da Saúde. Saúde promove conscientização sobre o consumo de açúcar em webinar. GovBr 2023. <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2022/janeiro/saude-promove-conscientizacao-sobre-o-consumo-de-acucar-em-webinario> (accessed February 17, 2025).
- [33] Kemps E, Tiggemann M, Tuscharski A. The effect of television advertising on soft drink consumption: Individual vulnerabilities in approach bias and inhibitory control. *Appetite* 2021;165:105300. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2021.105300>.
- [34] Our World in Data. Daily per capita fat supply, 1961 to 2021 2025. <https://ourworldindata.org/food-supply#all-charts> (accessed February 17, 2025).
- [35] Diamond A. A Crispy, Salty, American History of Fast Food. *Smithsonian Magazine* 2019. <https://www.smithsonianmag.com/history/crispy-salty-american-history-fast-food-180972459/> (accessed April 14, 2025).
- [36] Rego RA, Vialta A, Madi LFC. Bolos industrializados : socialização, prazer e nutrição . São Paulo: ABIMAPI; 2021.
- [37] Andrich M. Surgiu de repente, flocos de milho. *Revista Brasileira de Administração* 2017. <https://revistarba.org.br/de-repente-flocos-de-milho> (accessed April 15, 2025).
- [38] APUBRA - Associação Pizzarias Unidas do Brasil. Historia da pizza 2025. <https://apubra.org.br/mapa-site/historia-pizza> (accessed April 15, 2025).
- [39] Pereira JA. Cultura do arroz no Brasil - Subsídios para a sua historia. 1a. Edição. Teresina - PI: EMBRAPA; 2002.
- [40] USDA. FoodData Central. US Department of Agriculture - Agricultural Research Services 2023. <https://fdc.nal.usda.gov/> (accessed March 26, 2024).
- [41] Mawer R. How does calorie density affect weight? *HealthLine* 2019. <https://www.healthline.com/nutrition/calorie-density> (accessed June 23, 2024).
- [42] The Lancet. The Double Burden of Malnutrition - Executive summary. *The Lancet* 2019.

- [43] Astrup A, Bügel S. Overfed but undernourished: recognizing nutritional inadequacies/deficiencies in patients with overweight or obesity. *Int J Obes* 2019;43:219–32. <https://doi.org/10.1038/s41366-018-0143-9>.
- [44] Furman D, Campisi J, Verdin E, Carrera-Bastos P, Targ S, Franceschi C, et al. Chronic inflammation in the etiology of disease across the life span. *Nat Med* 2019;25:1822–32. <https://doi.org/10.1038/s41591-019-0675-0>.
- [45] Silva P, Araújo R, Lopes F, Ray S. Nutrition and Food Literacy: Framing the Challenges to Health Communication. *Nutrients* 2023;15:4708. <https://doi.org/10.3390/nu15224708>.
- [46] Vasiloglou MF, Fletcher J, Poulia K-A. Challenges and Perspectives in Nutritional Counselling and Nursing: A Narrative Review. *J Clin Med* 2019;8:1489. <https://doi.org/10.3390/jcm8091489>.
- [47] Deslippe AL, Soanes A, Bouchaud CC, Beckenstein H, Slim M, Plourde H, et al. Barriers and facilitators to diet, physical activity and lifestyle behavior intervention adherence: a qualitative systematic review of the literature. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 2023;20:14. <https://doi.org/10.1186/s12966-023-01424-2>.
- [48] Nguyen KA, De Villiers A, Fourie JM, Hendricks M. Challenges to implementing the food-based dietary guidelines in the South African primary school curriculum: a qualitative study exploring the perceptions of principals and curriculum advisors. *South African Journal of Clinical Nutrition* 2017;30:15–20. <https://doi.org/10.1080/16070658.2016.1230971>.
- [49] Persoskie A, Hennessy E, Nelson WL. US Consumers' Understanding of Nutrition Labels in 2013: The Importance of Health Literacy. *Prev Chronic Dis* 2017;14:170066. <https://doi.org/10.5888/pcd14.170066>.
- [50] Oostenbach LH, Slits E, Robinson E, Sacks G. Systematic review of the impact of nutrition claims related to fat, sugar and energy content on food choices and energy intake. *BMC Public Health* 2019;19:1296. <https://doi.org/10.1186/s12889-019-7622-3>.
- [51] Mehrtash F, Manson JE. The 5 A's Approach to Promoting Nutrition Counseling in Primary Care. *J Prim Care Community Health* 2025;16. <https://doi.org/10.1177/21501319251338566>.
- [52] Bruins M, Bird J, Aebischer C, Eggersdorfer M. Considerations for Secondary Prevention of Nutritional Deficiencies in High-Risk Groups in High-Income Countries. *Nutrients* 2018;10:47. <https://doi.org/10.3390/nu10010047>.
- [53] National Academy of Sciences. Dietary Reference Intakes Summary Tables. National Library of Medicine 2019. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK545442/> (accessed June 23, 2025).
- [54] Lawrence M. Fundamentals of a healthy and sustainable diet. *Nutr J* 2024;23:150. <https://doi.org/10.1186/s12937-024-01049-6>.
- [55] Petre A, Johnson ML. What are polyphenols? Types, Benefits, and Food Sources. Healthline 2023. <https://www.healthline.com/nutrition/polyphenols> (accessed April 19, 2025).
- [56] Plamada D, Vodnar DC. Polyphenols—gut microbiota interrelationship: A transition to a new generation of prebiotics. *Nutrients* 2022;14. <https://doi.org/10.3390/nu14010137>.
- [57] Drewnowski A, Fulgoni VL. Nutrient density: principles and evaluation tools. *Am J Clin Nutr* 2014;99:1223S-1228S. <https://doi.org/10.3945/ajcn.113.073395>.
- [58] The University of Sydney. About GI. Glycemix Index 2025. <https://glycemicindex.com/> (accessed February 12, 2025).
- [59] Coyle D, Kubala J. A Beginner's guide to the Low Glycemic Diet. Healthline 2023. <https://www.healthline.com/nutrition/low-glycemic-diet> (accessed February 12, 2025).
- [60] Cordain L, Eaton SB, Sebastian A, Mann N, Lindeberg S, Watkins BA, et al. Origins and evolution of the Western diet: health implications for the 21st century1,2. *Am J Clin Nutr* 2005;81:341–54. <https://doi.org/10.1093/ajcn.81.2.341>.
- [61] Villines Z, Bell AM. How insulin and glucagon regulate blood sugar. *MedicalNewsToday* 2023. <https://www.medicalnewstoday.com/articles/316427> (accessed June 21, 2024).

- [62] Konner M, Eaton SB. Hunter-gatherer diets and activity as a model for health promotion: Challenges, responses, and confirmations. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews* 2023;32:206–22. <https://doi.org/10.1002/evan.21987>.
- [63] Della Corte KA, Della Corte D, Titensor S, Yang B, Liu S. Development of a national database for dietary glycemic index and load for nutritional epidemiologic studies in the United States. *Am J Clin Nutr* 2024;120:380–8. <https://doi.org/10.1016/j.ajcnut.2024.06.001>.
- [64] Gardner CD, Hauser ME. Food Revolution. *Am J Lifestyle Med* 2017;11:387–96. <https://doi.org/10.1177/1559827617696289>.
- [65] National Research Council (US) Committee on Identifying and Assessing Unintended Effects of Genetically Engineered Foods on Human Health. *Safety of Genetically Engineered Foods: Approaches to Assessing Unintended Health Effects*. Washington (DC): National Academy Press (US); 2004.
- [66] Campolim CM, Schimenes BC, Veras MM, Kim Y-B, Prada PO. Air pollution accelerates the development of obesity and Alzheimer’s disease: the role of leptin and inflammation - a mini-review. *Front Immunol* 2024;15. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2024.1401800>.
- [67] Khalil WJ, Akeblersane M, Khan AS, Moin ASM, Butler AE. Environmental Pollution and the Risk of Developing Metabolic Disorders: Obesity and Diabetes. *Int J Mol Sci* 2023;24:8870. <https://doi.org/10.3390/ijms24108870>.
- [68] Baudry J, Rebouillat P, Samieri C, Berlivet J, Kesse-Guyot E. Dietary pesticide exposure and non-communicable diseases and mortality: a systematic review of prospective studies among adults. *Environmental Health* 2023;22:76. <https://doi.org/10.1186/s12940-023-01020-8>.
- [69] Yu M, Xie J, Liu Y. How air pollution influences the difference between overweight and obesity: a comprehensive analysis of direct and indirect correlations. *Front Public Health* 2024;12. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1403197>.
- [70] Luo C, Wei T, Jiang W, Yang Y, Zhang M-X, Xiong C-L, et al. The association between air pollution and obesity: an umbrella review of meta-analyses and systematic reviews. *BMC Public Health* 2024;24:1856. <https://doi.org/10.1186/s12889-024-19370-4>.
- [71] Lee J, Park SK. Associations of heavy metals and urinary sodium excretion with obesity in adults: A cross-sectional study from Korean Health Examination and Nutritional Survey. *PLoS One* 2025;20:e0317190. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0317190>.
- [72] Pinos H, Carrillo B, Merchán A, Biosca-Brull J, Pérez-Fernández C, Colomina MT, et al. Relationship between Prenatal or Postnatal Exposure to Pesticides and Obesity: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health* 2021;18:7170. <https://doi.org/10.3390/ijerph18137170>.
- [73] Alvarado-Calvo A, Alvarado-Rodríguez Y, Cruz-Mora K, Mora-Jiménez J, Arguedas-Chacón S, Zavaleta-Monestel E. Trends and Association of Environmental Exposure and Climate Change with Non-Communicable Diseases in Latin America. *Healthcare* 2025;13:1653. <https://doi.org/10.3390/healthcare13141653>.
- [74] Brennan D, Turley RK, Correa Marquez RR. When Your Weight Gain Is Caused by Medicine. University of Rochester, Medical Center 2025. <https://www.urmc.rochester.edu/encyclopedia/content?contenttypeid=56&contentid=d m300> (accessed February 5, 2025).
- [75] Herrera RJ, Garcia-Bertrand R. The Agricultural Revolutions. *Ancestral DNA, Human Origins, and Migrations* 2018:475–509. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804124-6.00013-6>.
- [76] Szukiewicz D. Molecular Mechanisms for the Vicious Cycle between Insulin Resistance and the Inflammatory Response in Obesity. *Int J Mol Sci* 2023;24:9818. <https://doi.org/10.3390/ijms24129818>.
- [77] Shoelson SE. Inflammation and insulin resistance. *Journal of Clinical Investigation* 2006;116:1793–801. <https://doi.org/10.1172/JCI29069>.
- [78] Mazidi M, Gao H, Kengne AP. Inflammatory Markers Are Positively Associated with Serum *trans*-Fatty Acids in an Adult American Population. *J Nutr Metab* 2017;2017:1–6. <https://doi.org/10.1155/2017/3848201>.

- [79] DiNicolantonio JJ, O'Keefe J. The Importance of Maintaining a Low Omega-6/Omega-3 Ratio for Reducing the Risk of Autoimmune Diseases, Asthma, and Allergies. *Mo Med* 2021;118:453–9.
- [80] Chai W, Morimoto Y, Cooney R V., Franke AA, Shvetsov YB, Le Marchand L, et al. Dietary Red and Processed Meat Intake and Markers of Adiposity and Inflammation: The Multiethnic Cohort Study. *J Am Coll Nutr* 2017;36:378–85. <https://doi.org/10.1080/07315724.2017.1318317>.
- [81] Wang HJ. Alcohol, inflammation, and gut-liver-brain interactions in tissue damage and disease development. *World J Gastroenterol* 2010;16:1304. <https://doi.org/10.3748/wjg.v16.i11.1304>.
- [82] Bellanti JA, Settignano RA. Inflammation and allergic disease: An irrefutable combination. *Allergy Asthma Proc* 2019;40:1–3. <https://doi.org/10.2500/aap.2019.40.4198>.
- [83] Potrykus M, Czaja-Stolc S, Stankiewicz M, Kaska Ł, Małgorzewicz S. Intestinal Microbiota as a Contributor to Chronic Inflammation and Its Potential Modifications. *Nutrients* 2021;13:3839. <https://doi.org/10.3390/nu13113839>.
- [84] Hess JM, Stephensen CB, Kratz M, Bolling BW. Exploring the Links between Diet and Inflammation: Dairy Foods as Case Studies. *Advances in Nutrition* 2021;12:1S-13S. <https://doi.org/10.1093/advances/nmab108>.
- [85] Philip A, White ND. Gluten, Inflammation, and Neurodegeneration. *Am J Lifestyle Med* 2022;16:32–5. <https://doi.org/10.1177/15598276211049345>.
- [86] Raoul P, Cintoni M, Palombaro M, Basso L, Rinninella E, Gasbarrini A, et al. Food Additives, a Key Environmental Factor in the Development of IBD through Gut Dysbiosis. *Microorganisms* 2022;10:167. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10010167>.
- [87] Liu Y, Zhang Z, Han D, Zhao Y, Yan X, Cui S. Association between environmental chemicals co-exposure and peripheral blood immune-inflammatory indicators. *Front Public Health* 2022;10. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.980987>.
- [88] Roth-Walter F, Berni Canani R, O'Mahony L, Peroni D, Sokolowska M, Vassilopoulou E, et al. Nutrition in chronic inflammatory conditions: Bypassing the mucosal block for micronutrients. *Allergy* 2024;79:353–83. <https://doi.org/10.1111/all.15972>.
- [89] Liu Y-Z, Wang Y-X, Jiang C-L. Inflammation: The Common Pathway of Stress-Related Diseases. *Front Hum Neurosci* 2017;11. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00316>.
- [90] Burini RC, Anderson E, Durstine JL, Carson JA. Inflammation, physical activity, and chronic disease: An evolutionary perspective. *Sports Medicine and Health Science* 2020;2:1–6. <https://doi.org/10.1016/j.smhs.2020.03.004>.
- [91] Ma W, Nguyen LH, Song M, Wang DD, Franzosa EA, Cao Y, et al. Dietary fiber intake, the gut microbiome, and chronic systemic inflammation in a cohort of adult men. *Genome Med* 2021;13:102. <https://doi.org/10.1186/s13073-021-00921-y>.
- [92] Elisia I, Lam V, Cho B, Hay M, Li MY, Yeung M, et al. The effect of smoking on chronic inflammation, immune function and blood cell composition. *Sci Rep* 2020;10:19480. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-76556-7>.
- [93] Liu Z, Lu Y, Zhong K, Wang C, Xu X. The associations between endocrine disrupting chemicals and markers of inflammation and immune responses: A systematic review and meta-analysis. *Ecotoxicol Environ Saf* 2022;234:113382. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2022.113382>.
- [94] Mullington JM, Simpson NS, Meier-Ewert HK, Haack M. Sleep loss and inflammation. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab* 2010;24:775–84. <https://doi.org/10.1016/j.beem.2010.08.014>.
- [95] De la Iglesia R, Loria-Kohen V, Zulet M, Martinez J, Reglero G, Ramirez de Molina A. Dietary Strategies Implicated in the Prevention and Treatment of Metabolic Syndrome. *Int J Mol Sci* 2016;17:1877. <https://doi.org/10.3390/ijms17111877>.
- [96] Castruita PA, Piña-Escudero SD, Rentería ME, Yokoyama JS. Genetic, Social, and Lifestyle Drivers of Healthy Aging and Longevity. *Curr Genet Med Rep* 2022;10:25–34. <https://doi.org/10.1007/s40142-022-00205-w>.

- [97] Steel N, Bauer-Staeb CMM, Ford JA, Abbafati C, Abdalla MA, Abdelkader A, et al. Changing life expectancy in European countries 1990–2021: a subanalysis of causes and risk factors from the Global Burden of Disease Study 2021. *Lancet Public Health* 2025;10:e172–88. [https://doi.org/10.1016/S2468-2667\(25\)00009-X](https://doi.org/10.1016/S2468-2667(25)00009-X).
- [98] Afzaal M, Saeed F, Shah YA, Hussain M, Rabail R, Socol CT, et al. Human gut microbiota in health and disease: Unveiling the relationship. *Front Microbiol* 2022;13. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.999001>.
- [99] Kendall M. Blood Sugar and Hunger: Decoding the Intimate Relationship. *Optimizing Nutrition* 2023. <https://optimisingnutrition.com/blood-glucose-hunger-relationship/> (accessed February 14, 2025).
- [100] Stevenson RJ, Boutelle K. Hunger, Satiety, and Their Vulnerabilities. *Nutrients* 2024;16:3013. <https://doi.org/10.3390/nu16173013>.
- [101] Gibbons C, Hopkins M, Beaulieu K, Oustric P, Blundell JE. Issues in Measuring and Interpreting Human Appetite (Satiety/Satiation) and Its Contribution to Obesity. *Curr Obes Rep* 2019;8:77–87. <https://doi.org/10.1007/s13679-019-00340-6>.
- [102] Chambers L, McCrickerd K, Yeomans MR. Optimising foods for satiety. *Trends Food Sci Technol* 2015;41:149–60. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2014.10.007>.
- [103] Dericioglu D, Oldham S, Methven L, Shafat A, Clegg ME. Macronutrients effects on satiety and food intake in older and younger adults: A randomised controlled trial. *Appetite* 2023;189:106982. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2023.106982>.
- [104] Groenen M, Fyfe CL, Holtrop G, Horgan GW, Meek CL, Gribble F, et al. Investigation of mechanisms of protein induced satiety: meal structure and protein content effects on gastric emptying and gut hormone release. *Proceedings of the Nutrition Society* 2017;76:E30. <https://doi.org/10.1017/S0029665117000866>.
- [105] Bu T, Sun Z, Pan Y, Deng X, Yuan G. Glucagon-Like Peptide-1: New Regulator in Lipid Metabolism. *Diabetes Metab J* 2024;48:354–72. <https://doi.org/10.4093/dmj.2023.0277>.
- [106] Bray GA, Heisel WE, Afshin A, Jensen MD, Dietz WH, Long M, et al. The Science of Obesity Management: An Endocrine Society Scientific Statement. *Endocr Rev* 2018;39:79–132. <https://doi.org/10.1210/er.2017-00253>.
- [107] Parmar R, Can A. *Dietary Approaches to Obesity Treatment*. 2024 Jan. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023.
- [108] Bjarnadottir A. 9 Popular Weight Loss Diets Reviewed 2019. <https://www.healthline.com/nutrition/9-weight-loss-diets-reviewed> (accessed July 6, 2025).
- [109] Dedios MC, Esperato A, De-Regil LM, Peña-Rosas JP, Norris SL. Improving the adaptability of WHO evidence-informed guidelines for nutrition actions: results of a mixed methods evaluation. *Implementation Science* 2017;12:39. <https://doi.org/10.1186/s13012-017-0571-2>.
- [110] Garone S, Stephens C. How to Read Nutrition Labels in 2019. *Healthline* 2020. <https://www.healthline.com/health/food-nutrition/nutrition-labels> (accessed February 8, 2025).
- [111] Ganderats-Fuentes M, Morgan S. Front-of-Package Nutrition Labeling and Its Impact on Food Industry Practices: A Systematic Review of the Evidence. *Nutrients* 2023;15:2630. <https://doi.org/10.3390/nu15112630>.
- [112] Benson T, Lavelle F, McCloat A, Mooney E, Bucher T, Egan B, et al. Are the Claims to Blame? A Qualitative Study to Understand the Effects of Nutrition and Health Claims on Perceptions and Consumption of Food. *Nutrients* 2019;11:2058. <https://doi.org/10.3390/nu11092058>.
- [113] Jenson Gossard AK. Frequency of Counseling Sessions and Weight Loss Maintenance in a Commercial Lifestyle-Based Weight Management Program. *San Jose State University*, 2015. <https://doi.org/10.31979/etd.vkd5-n73r>.
- [114] Wharton S, Lau DCW, Vallis M, Sharma AM, Biertho L, Campbell-Scherer D, et al. Obesity in adults: a clinical practice guideline. *Can Med Assoc J* 2020;192:E875–91. <https://doi.org/10.1503/cmaj.191707>.

- [115] Campoverde Reyes KJ, Perez NP, Czepiel KS, Shaw AY, Stanford FC. Exploring Pediatric Obesity Training, Perspectives, and Management Patterns Among Pediatric Primary Care Physicians. *Obesity* 2021;29:159–70. <https://doi.org/10.1002/oby.22990>.
- [116] Zhu B, Gostoli S, Benasi G, Patierno C, Petroni ML, Nuccitelli C, et al. The Role of Psychological Well-Being in Weight Loss: New Insights from a Comprehensive Lifestyle Intervention. *International Journal of Clinical and Health Psychology* 2022;22:100279. <https://doi.org/10.1016/j.ijchp.2021.100279>.
- [117] Yu B, Chen Y, Qin H, Chen Q, Wang J, Chen P. Using multi-disciplinary teams to treat obese patients helps improve clinical efficacy: the general practitioner's perspective. *Am J Transl Res* 2021;13:2571–80.
- [118] Stanford FC, Tauqeer Z, Kyle TK. Media and Its Influence on Obesity. *Curr Obes Rep* 2018;7:186–92. <https://doi.org/10.1007/s13679-018-0304-0>.
- [119] Bussan AJ. Lettuce Marketing Success. *Growing Produce* 2012. <https://www.growingproduce.com/farm-management/lettuce-marketing-success/> (accessed February 10, 2025).
- [120] Smith M. The impacts of social media on youth self-image. Loma Linda University - Health 2023. <https://news.llu.edu/health-wellness/impacts-of-social-media-youth-self-image> (accessed February 10, 2025).
- [121] FGV. Uso de TI no Brasil: País tem mais de dois dispositivos digitais por habitante, revela pesquisa 2023. <https://portal.fgv.br/noticias/uso-ti-brasil-pais-tem-mais-dois-dispositivos-digitais-habitante-revela-pesquisa> (accessed July 6, 2025).
- [122] Redação RBA. Pesquisa revela que brasileiros estão entre os que gastam mais tempo nas redes sociais 2023. <https://www.redebrasilatual.com.br/blogs/blog-na-rede/pesquisa-revela-que-brasileiros-estao-entre-os-que-gastam-mais-tempo-nas-redes-sociais/> (accessed July 6, 2025).
- [123] AWS - Amazon. ¿Qué es el 5G? Sitio AWS-Amazon n.d. <https://aws.amazon.com/es/what-is/5g/> (accessed June 22, 2024).
- [124] ReportLinker. E-healthcare in Brasil Market Overview 2023-2027. Lyon, France: 2023.
- [125] Batista SA, Cupertino AFB, Cupertino AP, Botelho RBA, Pimentel J, Cartujano-Barrera F, et al. Nutrition and Diet Apps: Brazilian Panorama before and during the COVID-19 Pandemic. *Nutrients* 2023;15:3606. <https://doi.org/10.3390/nu15163606>.
- [126] Eduardo A. O que é uma Rede de Apoio Mútuo? Idealist n.d. <https://www.idealist.org/pt/days/o-que-e-uma-rede-de-apoio-mutuo> (accessed April 25, 2025).
- [127] Zaparolli D. La inteligencia artificial llega a la salud en Brasil. *Revista Pesquisa FAPESP* 2022. <https://revistapesquisa.fapesp.br/es/la-inteligencia-artificial-llega-a-la-salud-en-brasil/> (accessed July 6, 2025).
- [128] Kearns A, Moorhead A, Mulvenna M, Bond R. Assessing the Uses, Benefits, and Limitations of Digital Technologies Used by Health Professionals in Supporting Obesity and Mental Health Communication: Scoping Review. *J Med Internet Res* 2025;27:e58434. <https://doi.org/10.2196/58434>.
- [129] Oliveira TW, Pereira PP da S, Fonseca LA, de Oliveira LML, Pereira DS, Neira CPD, et al. Use of Information and Communication Technologies among Adults in Weight Control: Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients* 2022;14:4809. <https://doi.org/10.3390/nu14224809>.
- [130] Michie S, van Stralen MM, West R. The behaviour change wheel: A new method for characterising and designing behaviour change interventions. *Implementation Science* 2011;6:42. <https://doi.org/10.1186/1748-5908-6-42>.
- [131] Carden L, Wood W. Habit formation and change. *Curr Opin Behav Sci* 2018;20:117–22. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2017.12.009>.
- [132] Clear J. *Atomic Habits: An Easy & Proven Way to Build Good Habits & Break Bad Ones*. Avery; 2018.
- [133] Lo Monaco G, Bonetto E. Social representations and culture in food studies. *Food Research International* 2019;115:474–9. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.10.029>.

- [134] Coates PM, Bailey RL, Blumberg JB, El-Sohehy A, Floyd E, Goldenberg JZ, et al. The Evolution of Science and Regulation of Dietary Supplements: Past, Present, and Future. *J Nutr* 2024;154:2335–45. <https://doi.org/10.1016/j.tjnut.2024.06.017>.
- [135] Harvard Health Publishing. The truth about fats: the good, the bad, and the in-between 2022. <https://www.health.harvard.edu/staying-healthy/the-truth-about-fats-bad-and-good> (accessed February 15, 2025).
- [136] Murre JMJ, Chessa AG. Why Ebbinghaus' savings method from 1885 is a very 'pure' measure of memory performance. *Psychon Bull Rev* 2023;30:303–7. <https://doi.org/10.3758/s13423-022-02172-3>.
- [137] Wimmer GE, Poldrack RA. Reward learning and working memory: Effects of massed versus spaced training and post-learning delay period. *Mem Cognit* 2022;50:312–24. <https://doi.org/10.3758/s13421-021-01233-7>.
- [138] Cirurgia.net. Preços de Dietas 2024. info.cirurgia.net/precos/dietas (accessed July 6, 2025).
- [139] ELSA Brasil. DIE - Questionário ELSA_Onda 3 - Dieta. *ELSA Brasil* 2017:103–17. <http://elsabrasil.org/pesquisadores/formularios-atividades-e-exames/> (accessed February 25, 2024).
- [140] ELSA Brasil. EFI - Questionario ELSA_ONDA3 - Atividade Física. *ELSA Brasil* 2017:53–6. <http://elsabrasil.org/pesquisadores/formularios-atividades-e-exames/> (accessed February 27, 2024).
- [141] Ge L, Sadeghirad B, Ball GDC, da Costa BR, Hitchcock CL, Svendrovski A, et al. Comparison of dietary macronutrient patterns of 14 popular named dietary programmes for weight and cardiovascular risk factor reduction in adults: systematic review and network meta-analysis of randomised trials. *BMJ* 2020:m696. <https://doi.org/10.1136/bmj.m696>.
- [142] Harvard. Stop counting calories. Harvard Health Publishing, Harvard Medical School 2010. https://www.health.harvard.edu/staying-healthy/stop-counting-calories?utm_source=chatgpt.com (accessed October 14, 2025).
- [143] Ello-Martin JA, Roe LS, Ledikwe JH, Beach AM, Rolls BJ. Dietary energy density in the treatment of obesity: a year-long trial comparing 2 weight-loss diets. *Am J Clin Nutr* 2007;85:1465–77. <https://doi.org/10.1093/ajcn/85.6.1465>.
- [144] Chawla S, Tessarolo Silva F, Amaral Medeiros S, Mekary R, Radenkovic D. The Effect of Low-Fat and Low-Carbohydrate Diets on Weight Loss and Lipid Levels: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients* 2020;12:3774. <https://doi.org/10.3390/nu12123774>.
- [145] Popiolek-Kalisz J. Ketogenic diet and cardiovascular risk – state of the art review. *Curr Probl Cardiol* 2024;49:102402. <https://doi.org/10.1016/j.cpcardiol.2024.102402>.
- [146] Argiana V, Kanellos P, Eleftheriadou I, Tsitsinakis G, Perrea D, Tentolouris N. Low-Glycemic-Index/Load Desserts Decrease Glycemic and Insulinemic Response in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus. *Nutrients* 2020;12:2153. <https://doi.org/10.3390/nu12072153>.
- [147] Wu Y, Ehlert B, Metwally AA, Perelman D, Park H, Brooks AW, et al. Individual variations in glycemic responses to carbohydrates and underlying metabolic physiology. *Nat Med* 2025;31:2232–43. <https://doi.org/10.1038/s41591-025-03719-2>.
- [148] Stutz B, Krueger B, Goletzke J, Jankovic N, Alexy U, Herder C, et al. Glycemic response to meals with a high glycemic index differs between morning and evening: a randomized cross-over controlled trial among students with early or late chronotype. *Eur J Nutr* 2024;63:1593–604. <https://doi.org/10.1007/s00394-024-03372-4>.
- [149] Murillo S, Mallol A, Adot A, Juárez F, Coll A, Gastaldo I, et al. Culinary strategies to manage glycemic response in people with type 2 diabetes: A narrative review. *Front Nutr* 2022;9. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1025993>.
- [150] Shukla AP, Iliescu RG, Thomas CE, Aronne LJ. Food Order Has a Significant Impact on Postprandial Glucose and Insulin Levels. *Diabetes Care* 2015;38:e98–9. <https://doi.org/10.2337/dc15-0429>.

- [151] Niezgoda N, Chomiuk T, Kasiak P, Mamcarz A, Śliż D. The Impact of Physical Activity on Weight Loss in Relation to the Pillars of Lifestyle Medicine—A Narrative Review. *Nutrients* 2025;17:1095. <https://doi.org/10.3390/nu17061095>.
- [152] Chen X, He H, Xie K, Zhang L, Cao C. Effects of various exercise types on visceral adipose tissue in individuals with overweight and obesity: A systematic review and network meta-analysis of 84 randomized controlled trials. *Obesity Reviews* 2024;25. <https://doi.org/10.1111/obr.13666>.
- [153] Recchia F, Leung CK, Yu AP, Leung W, Yu DJ, Fong DY, et al. Dose–response effects of exercise and caloric restriction on visceral adiposity in overweight and obese adults: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Br J Sports Med* 2023;57:1035–41. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2022-106304>.
- [154] Chao AM, Quigley KM, Wadden TA. Dietary interventions for obesity: clinical and mechanistic findings. *Journal of Clinical Investigation* 2021;131. <https://doi.org/10.1172/JCI140065>.
- [155] van Gemert WA, Peeters PH, May AM, Doornbos AJH, Elias SG, van der Palen J, et al. Effect of diet with or without exercise on abdominal fat in postmenopausal women – a randomised trial. *BMC Public Health* 2019;19:174. <https://doi.org/10.1186/s12889-019-6510-1>.
- [156] Huang G, Pencina K, Li Z, Apovian CM, Trivison TG, Storer TW, et al. Effect of Protein Intake on Visceral Abdominal Fat and Metabolic Biomarkers in Older Men With Functional Limitations: Results From a Randomized Clinical Trial. *The Journals of Gerontology: Series A* 2021;76:1084–9. <https://doi.org/10.1093/gerona/glab007>.
- [157] Arciero PJ, Ormsbee MJ, Gentile CL, Nindl BC, Brestoff JR, Ruby M. Increased protein intake and meal frequency reduces abdominal fat during energy balance and energy deficit. *Obesity* 2013;21:1357–66. <https://doi.org/10.1002/oby.20296>.
- [158] Morsali M, Poorolajal J, Shahbazi F, Vahidinia A, Doosti-Irani A. Diet Therapeutics Interventions for Obesity: A Systematic Review and Network Meta-Analysis. *J Res Health Sci* 2021;21:e00521–e00521. <https://doi.org/10.34172/jrhs.2021.63>.
- [159] Kerry J, Mank V. Risks Associated With Excessive Weight Loss. *StatPearls* 2024.
- [160] Tahrani AA, Morton J. Benefits of weight loss of 10% or more in patients with overweight or obesity: A review. *Obesity* 2022;30:802–40. <https://doi.org/10.1002/oby.23371>.
- [161] Hoffman M, Walton M. How to Lose Weight Quickly. *Nourish by WebMD* 2024. <https://www.webmd.com/diet/rapid-weight-loss> (accessed October 30, 2024).
- [162] Godos J, Grosso G, Castellano S, Galvano F, Caraci F, Ferri R. Association between diet and sleep quality: A systematic review. *Sleep Med Rev* 2021;57:101430. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2021.101430>.
- [163] Clear J. *Atomic Habits: An Easy & Proven Way to Build Good Habits & Break Bad Ones*. New York: Avery; 2018.
- [164] Vashevnik A. *The Psychology Of Weight-Loss: Gain Control of Your Weight for Good*. Independently published; 2020.
- [165] Zeng X, Huang X, Wang P, Liao J, Wu L, Liu J, et al. The application of the PDCA cycle in the nutritional management of patients with nasopharyngeal carcinoma. *Supportive Care in Cancer* 2023;31:251. <https://doi.org/10.1007/s00520-023-07724-4>.
- [166] Kao TA, Ling J, Alanazi M, Atwa A, Liu S. Effects of mindfulness-based interventions on obesogenic eating behaviors: A systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews* 2025;26. <https://doi.org/10.1111/obr.13860>.
- [167] Castelnuovo G, Pietrabissa G, Manzoni GM, Cattivelli R, Rossi A, Novelli M, et al. Cognitive behavioral therapy to aid weight loss in obese patients: current perspectives. *Psychol Res Behav Manag* 2017;Volume 10:165–73. <https://doi.org/10.2147/PRBM.S113278>.
- [168] Teixeira PJ, Carraça E V, Marques MM, Rutter H, Oppert J-M, De Bourdeaudhuij I, et al. Successful behavior change in obesity interventions in adults: a systematic review of self-regulation mediators. *BMC Med* 2015;13:84. <https://doi.org/10.1186/s12916-015-0323-6>.

- [169] Robinson E, Haynes A, Sutin A, Daly M. Self-perception of overweight and obesity: A review of mental and physical health outcomes. *Obes Sci Pract* 2020;6:552–61. <https://doi.org/10.1002/osp4.424>.
- [170] Pigsborg K, Kalea AZ, De Dominicis S, Magkos F. Behavioral and Psychological Factors Affecting Weight Loss Success. *Curr Obes Rep* 2023;12:223–30. <https://doi.org/10.1007/s13679-023-00511-6>.
- [171] Ortner Hadžiabdić M, Mucalo I, Hrabač P, Matić T, Rahelić D, Božikov V. Factors predictive of drop-out and weight loss success in weight management of obese patients. *Journal of Human Nutrition and Dietetics* 2015;28:24–32. <https://doi.org/10.1111/jhn.12270>.
- [172] Alexander E, Tseng E, Durkin N, Jerome GJ, Dalcin A, Appel LJ, et al. Factors associated with early dropout in an employer-based commercial weight-loss program. *Obes Sci Pract* 2018;4:545–53. <https://doi.org/10.1002/osp4.304>.
- [173] Bazrafkan L, Choobineh MA, Shojaei M, Bozorgi A, Sharifi MH. How do overweight people dropout of a weight loss diet? A qualitative study. *BMC Nutr* 2021;7:76. <https://doi.org/10.1186/s40795-021-00480-w>.
- [174] Kelly JT, Law L, De Guzman KR, Hickman IJ, Mayr HL, Campbell KL, et al. Cost-effectiveness of telehealth-delivered nutrition interventions: a systematic review of randomized controlled trials. *Nutr Rev* 2023;81:1599–611. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuad032>.
- [175] Carrello J, Hayes A, Baur LA, Lung T. Potential cost-effectiveness of e-health interventions for treating overweight and obesity in Australian adolescents. *Pediatr Obes* 2023;18. <https://doi.org/10.1111/ijpo.13003>.

Composición corporal e ingesta alimentaria en jugadores masculinos de rugby amateur, categoría juvenil M15 y M16 de Tigres Rugby Club, San Lorenzo

Body composition and dietary intake in male amateur rugby players, juvenile category M15 and M16 of Tigres Rugby Club, San Lorenzo

María Fernanda Padilla

Universidad Nacional de Salta, Argentina (fernadampadilla11@gmail.com) <https://orcid.org/0009-0009-5800-8279>

Información del manuscrito:

Recibido/Received: 23/12/26

Revisado/Reviewed: 26/01/26

Aceptado/Accepted: 17/06/26

RESUMEN

Palabras clave:

masa adiposa, masa muscular, calorías, macronutrientes, recordatorio de 24 horas.

El estudio tuvo como objetivo analizar la relación entre composición corporal e ingesta alimentaria en jugadores masculinos juveniles de rugby amateur de Tigres Rugby Club (San Lorenzo). Se realizó un estudio observacional, descriptivo y correlacional de corte transversal. Se evaluaron medidas antropométricas mediante protocolo ISAK y la ingesta energética y de macronutrientes mediante recordatorios de 24 horas en 53 jugadores de categorías M15 y M16 (backs y forwards). Los resultados indicaron que la mayoría presentó valores adecuados de masa adiposa (64%) y masa muscular (83%), aunque un 36% mostró exceso de adiposidad y un 17% déficit muscular, con mayor prevalencia en los forwards. En cuanto a la ingesta energética, el 62% alcanzó valores adecuados, registrándose tendencia de exceso calórico en algunos backs y de déficit en ciertos forwards. La distribución de macronutrientes evidenció ingesta insuficiente de carbohidratos (73%) y excesos en grasas (96%) y proteínas (36%). Además, se observó un patrón alimentario con alto consumo habitual de ultraprocesados y baja ingesta de frutas y verduras. No se encontraron asociaciones estadísticamente significativas entre composición corporal e ingesta; sin embargo, las tendencias sugieren que el exceso de masa adiposa y el desarrollo de masa muscular en los jugadores se relacionan más con la calidad de la alimentación y la distribución de macronutrientes que con el aporte calórico total, junto con factores propios de la adolescencia, como crecimiento y maduración. En conclusión, aunque la composición corporal general es adecuada, se evidencia una calidad alimentaria deficiente que requiere intervenciones nutricionales orientadas al rugby juvenil.

ABSTRACT

Keywords:

The study aimed to analyze the relationship between body composition and dietary intake in male youth amateur rugby players from Tigres Rugby Club (San Lorenzo). A cross-sectional, observational, descriptive,

fat mass, muscle mass, calories, macronutrients, 24-hour recall.

and correlational study was conducted. Anthropometric measurements were assessed using the ISAK protocol, and energy and macronutrient intake were measured using 24-hour dietary recalls in 53 players from the M15 and M16 categories (backs and forwards). The results indicated that the majority of participants had adequate levels of body fat (64%) and muscle mass (83%), although 36% showed excess fat and 17% muscle deficit, with a higher prevalence among forwards. Regarding energy intake, 62% reached adequate levels, with a tendency towards excess calories in some backs and a deficit in certain forwards. The macronutrient distribution revealed insufficient carbohydrate intake (73%) and excesses in fats (96%) and proteins (36%). Furthermore, a dietary pattern was observed characterized by high consumption of ultra-processed foods and low intake of fruits and vegetables. No statistically significant associations were found between body composition and intake; however, trends suggest that excess adipose tissue and muscle mass development in players are more related to diet quality and macronutrient distribution than to total caloric intake, along with factors specific to adolescence, such as growth and maturation. In conclusion, although overall body composition is adequate, poor dietary quality is evident, requiring nutritional interventions tailored to youth rugby.

Introducción

El rugby es un deporte de contacto que exige altos niveles de fuerza, velocidad y resistencia; cualidades que dependen en gran medida de la composición corporal del jugador. En las categorías juveniles, estas exigencias se ven comprometidas por el contexto particular de la adolescencia, una etapa de la vida caracterizada por transformaciones significativas en la composición corporal tales como el incremento de masa muscular y la redistribución de la masa adiposa. Estos procesos, influidos por factores hormonales, genéticos, ambientales y nutricionales, repercuten directamente en el rendimiento deportivo, la prevención de lesiones y el desarrollo físico integral del jugador (1).

La masa muscular contribuye un componente clave en el desempeño de los jugadores de rugby, ya que se asocia directamente con la fuerza, potencia y la capacidad de amortiguar los esfuerzos propios del deporte (2).

Por otro lado, la masa adiposa, aunque necesaria en ciertas proporciones para el adecuado funcionamiento metabólico y hormonal del organismo, debe mantenerse en niveles óptimos para evitar efectos adversos en la velocidad, agilidad y rendimiento deportivo. El equilibrio entre ambos componentes es especialmente relevante durante la adolescencia, cuando el organismo se encuentra en pleno desarrollo y las demandas energéticas y nutricionales se incrementan de manera significativa (3).

La ingesta alimentaria en estos jugadores debe ajustarse a las exigencias del entrenamiento y la competencia, garantizando un aporte suficiente de energía y nutrientes para satisfacer las demandas metabólicas y favorecer la recuperación. No obstante, en numerosas ocasiones, dicha ingesta puede resultar inadecuada, lo que afecta negativamente tanto la composición corporal como el rendimiento de los jóvenes (4).

Según el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) la mayoría de los adolescentes no consumen los alimentos que les proporcionen las bases para una vida adulta larga, saludable y productiva. Alrededor del 21% de adolescentes escolarizados consume verduras menos de una vez al día; el 34% consume frutas menos de una vez al día; el 42% ingiere bebidas azucaradas a diario; el 46% consume comida rápida al menos una vez a la semana; y en general se saltan el desayuno. Existen influencias externas que inciden en gran medida en la selección de los alimentos que consumen los adolescentes; así como, la presión del grupo, el deseo de encajar entre sus compañeros, la comercialización y amplia oferta de comidas rápidas y bebidas de producción industrial, especialmente en las escuelas y su entorno (5).

La población adolescente se encuentra en un periodo vulnerable y sensible a estímulos relacionados con cambios en la alimentación, en particular para el adolescente que practica algún deporte, esto se relaciona directamente con la modificación del peso corporal o al consumo de suplementos deportivos, con el objetivo de aumentar su rendimiento (6).

El rendimiento deportivo en el rugby está influenciado por múltiples factores, siendo determinante la composición corporal y la alimentación. La distribución adecuada de la masa adiposa y muscular es clave en la competencia física de los jugadores, ya que impacta directamente en la fuerza, velocidad y resistencia. Además, la ingesta calórica y el consumo balanceado de macronutrientes desempeñan un papel fundamental en la optimización del rendimiento, capacidad de recuperación y en la prevención de fatiga y lesiones (1).

En el caso de los jugadores juveniles de rugby amateur, se puede observar la preferencia por comidas rápidas, bebidas azucaradas, alimentos ricos en grasas saturadas

y el bajo consumo de frutas y verduras; como también una insuficiencia en la satisfacción de las necesidades energéticas necesarias. Esto puede afectar la composición corporal comprometiendo tanto el desempeño en el juego y desarrollo físico integral. No obstante, la literatura científica aporta escasa evidencia en el conocimiento sobre la relación entre la ingesta alimentaria y la composición corporal en este grupo etario (7).

En el contexto del rugby amateur en la provincia de Salta, donde la evaluación de la composición corporal de los jugadores en masa adiposa y masa muscular, como también la planificación nutricional por un profesional puede ser escasa, es común encontrar desequilibrios (excesos o deficiencias) en alguna de estas variables o en ambas, lo que compromete tanto el rendimiento en el juego como la salud en general de los jugadores.

Por ello el presente trabajo se propone analizar la composición corporal de jugadores masculinos juveniles de rugby amateur de las divisiones M15 y M16 del club "Tigres Rugby Club", con especial énfasis en la masa adiposa y masa muscular y su relación con la ingesta alimentaria.

Método

Composición Corporal

Para evaluar la composición corporal se utilizó la evaluación antropométrica según perfil restringido recomendado por la ISAK 2019 (8).

Previa autorización institucional del club y obtención del consentimiento informado de los tutores y asentimiento de los jugadores; se coordinó con el preparador físico de cada división la evaluación de los adolescentes.

Los participantes fueron evaluados en el gabinete del gimnasio de dicho establecimiento; con el mínimo de ropa posible para facilitar la localización de los puntos anatómicos. Todas las mediciones se realizaron con el sujeto en posición antropométrica estandarizada y del lado derecho del cuerpo.

Mediciones básicas

Peso

Instrumento: Báscula digital/electrónica. Precisión 100 a 50 g. Cormillot.

Método: El sujeto, con el mínimo de ropa posible, permaneció de pie en el centro de la báscula con su peso distribuido equitativamente en ambos pies; pudiendo realizar la lectura de la medida.

Talla

Instrumento: Tallímetro milimetrado autoadhesivo. Precisión de 0,1cm. Calibres Argentinos.

Método: El sujeto se colocó de espalda al tallímetro en posición antropométrica, con los pies descalzos, bien asentados en el suelo, con los talones tocando la pared y, la cabeza en el plano de Frankfort. De esta manera se midió la distancia entre el vértex y las plantas de los pies.

Pliegues cutáneos

Instrumento: Plicómetro de plástico. Rango de 50mm y precisión de 0,2mm. Calibres Argentinos.

Método: Para medir todos los pliegues se tuvo en cuenta el punto anatómico correspondiente según la zona, marcado con anterioridad. Para ello, se tomó el pliegue entre el pulgar y el índice de la mano izquierda. Con la mano derecha se tomó el instrumento y se lo aplicó a 1cm por debajo de dicho pliegue; tras dos segundos se realizó la lectura.

Perímetros

Instrumento: Cinta antropométrica de acero flexible. Precisión de 0,1cm. Calibres Argentinos.

Método: Una vez rodeado el perímetro a medir se agarró la cinta con la suficiente tensión para mantenerla en esta posición contra el cuerpo y realizar la lectura, directamente frente al cero para evitar errores de inclinación.

Diámetros

Instrumento: Paquímetro de plástico. Precisión de 0,1cm. Calibres Argentinos.

Método: Se colocó la primera rama del paquímetro en el punto antropométrico y la segunda rama en el otro punto de los huesos cortos y se realizó la lectura correspondiente.

Masa Adiposa

Para el cálculo de la masa adiposa (MA) se utilizó la sumatoria de 6 pliegues (SP6) en mm y el Z-Adiposo para poder expresar ambos valores en la fórmula matemática de Kerr (1991), ecuación utilizada tanto en estudios científicos como en el software ISAK 2019, y obtener la estimación de los kg de MA.

Masa Muscular

Para el cálculo de la masa muscular (MM) se contempló el perímetro de brazo relajado corregido, el perímetro de muslo medio corregido y el perímetro de pantorrilla corregido; además de la talla en metros, edad, el sexo y raza del sujeto. De esta forma se pudo expresar estos valores en la fórmula matemática de Lee (2000), ecuación utilizada tanto en estudios científicos como en el software ISAK 2019, y obtener la estimación de los kg de MM.

Se realizó un promedio de las referencias del perfil antropométrico de masa adiposa y masa muscular en kg de las URBAREF juvenil según posición de juego (forwards-backs) y división (M15-M16).

Luego se analizó los valores obtenidos en relación a las fórmulas de estimación de masa adiposa y masa muscular de los jugadores realizando un promedio de ambos según posición de juego (forwards-backs) y división (M15-M16) para después comparar con los estándares promedio de elaboración propia basados en la URBAREF juvenil.

Ingesta Alimentaria

Se aplicó una encuesta alimentaria semiestructurada cuyo instrumento de recolección fue un R24; para la validación del mismo se realizó una prueba piloto en adolescentes que realizan actividad física de manera regular y no fueron pertenecientes a la muestra. Una vez realizadas las correcciones correspondientes, se aplicó tres R24 (9) a

todos los jugadores que participaron del estudio; dos para días de semana y uno para fin de semana.

De esta manera, se estimó la cantidad diaria de alimentos consumidos, utilizando como referencia las medidas caseras expresadas en gramos propuestas por la Lic. Lucía Batrouni (2016) y el Atlas fotográfico de alimentos y preparaciones alimenticias de la licenciada Agustina Lotufo Haddad, et. al. (2022) (10,11).

Para traducir a valores de calorías y macronutrientes consumidos se utilizaron las tablas de composición química de alimentos del Sistema de Análisis y Registro de Alimentos (SARA; 2022) y del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP; 2012); en el caso de los alimentos que no se encontraron en dichas tablas se utilizó el etiquetado nutricional correspondiente.

Luego se obtuvo un promedio del valor calórico y de macronutrientes consumidos por los participantes en los tres días analizados, se elaboraron tablas considerando posición de juego (forwards-backs) y división (M15-M16) para finalmente comparar con la cantidad de calorías y macronutrientes requerida y obtener el % de adecuación.

Para establecer el requerimiento energético estimado de referencia se utilizó la fórmula de IOM (2002), ya que es una de la más actualizadas y contempla la población adolescente, permitiendo adicionar un factor calórico para el crecimiento.

Para establecer el requerimiento de macronutrientes de referencia se utilizó los estándares citados en el marco teórico por la licenciada Marcia Onzari de su libro "Fundamentos de Nutrición en el Deporte; 2021" (12).

Finalmente, para analizar la frecuencia de consumo habitual de los principales grupos de alimentos reportados a partir de los tres R24, se los representó en un gráfico de barras apiladas según la cantidad de días en que fueron consumidos por los jugadores; permitiendo identificar aquellos incorporados en un solo R24, en dos R24 o en los tres R24 evaluados.

Resultados

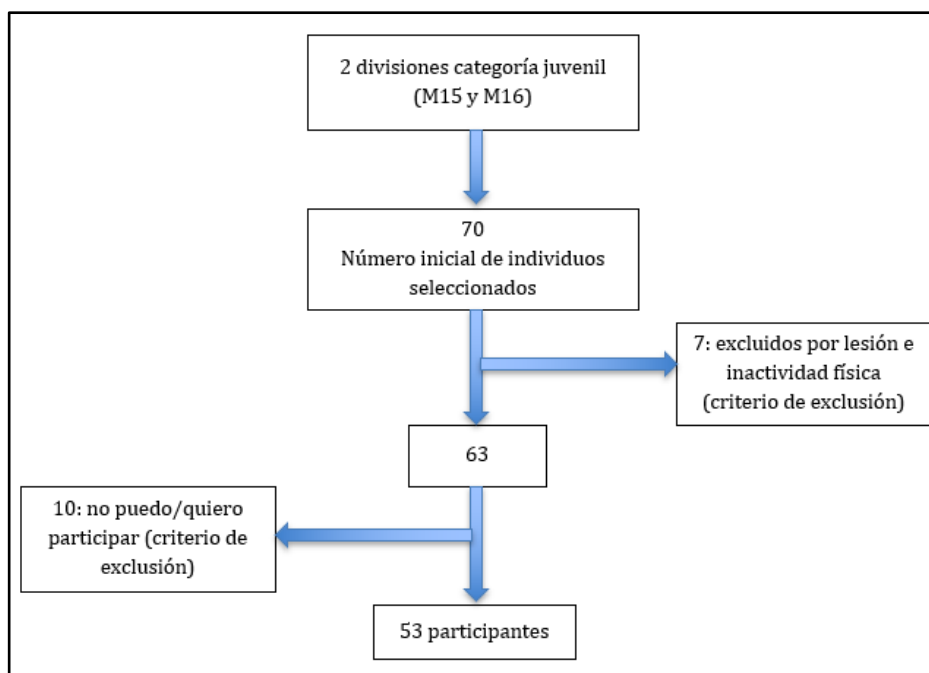


Figura 1. Diagrama de flujo de la selección de participantes.

Tabla 1. Estadísticos de composición corporal de masa adiposa y masa muscular según división y posición de juego de los jugadores masculinos juveniles de “Tigres Rugby Club”, San Lorenzo 2025.

Variables	M15 (n=26)						M16 (n=27)					
	Backs (n=14)			Forwards (n=12)			Backs (n=11)			Forwards (n=16)		
	M	Min	Max	M	Min	Max	M	Min	Max	M	Min	Max
Kg MA	14,83	12,39	21,31	21,90	14,44	37,20	18,20	13,56	21,90	24,04	14,14	38,55
Kg MM	25,56	21,38	30,60	27,75	24,59	33,40	30,47	26,60	34,77	31,93	26,45	38,30

Shapiro-Wilk: MA $W=0,86$; $p<0,0001$ (n=53). MM $W=0,90$; $p=0,66$ (n53).

Tabla 2. Valoración de la masa adiposa según división y posición de juego de los jugadores masculinos juveniles de “Tigres Rugby Club”, San Lorenzo 2025.

Valoración MA	M15 (n=26)				M16 (n=27)				Total	
	Backs		Forwards		Backs		Forwards		n	%
	n	%	n	%	n	%	n	%		
Adecuado	10	19	9	17	6	11	9	17	34	64
Exceso	4	8	3	6	5	9	7	13	19	36
Total	14	27	12	23	11	20	16	30	53	100

Tabla 3. Valoración de la masa muscular según división y posición de juego de los jugadores masculinos juveniles de “Tigres Rugby Club”, San Lorenzo 2025.

Valoración MM	M15 (n=26)				M16 (n=27)				Total	
	Backs		Forwards		Backs		Forwards		n	%
	n	%	n	%	n	%	n	%		
Adecuado	13	24	11	21	11	21	9	17	44	83
Déficit	1	2	1	2	0	-	7	13	9	17
Total	14	26	12	23	11	21	16	30	53	100

Tabla 4. Estadísticos de ingesta calórica y de macronutrientes según división y posición de juego de los jugadores masculinos juveniles de “Tigres Rugby Club”, San Lorenzo 2025.

Variables	M15 (n=26)						M16 (n=27)					
	Backs (n=14)			Forwards (n=12)			Backs (n=11)			Forwards (n=16)		
	M	Min	Max	M	Min	Max	M	Min	Max	M	Min	Max
Cal kcal/d	2974	2354	4370	3117	2329	3756	3217	3049	3795	3277	1861	5239
HC g/kg/d	5,48	4,26	8,69	4,51	3,41	5,37	4,70	3,54	6,40	4,07	1,37	4,88
Prot g/kg/d	2,28	1,70	2,84	1,92	1,40	2,76	1,92	1,63	2,76	1,67	1,35	2,82
Grs g/kg/d	2,49	1,86	2,96	2,10	1,57	2,79	2,06	1,89	3,01	2,16	1,10	3,17

Shapiro-Wilk: Cal W=0,93; p=0,01. HC W=0,94; p=0,05. Prot W=0,90; p<0,0001. Grs W=0,98; p=0,78.

Tabla 5. Evaluación de la ingesta calórica según división y posición de juego de los jugadores masculinos juveniles de “Tigres Rugby Club”, San Lorenzo 2025.

Ingesta Calórica	M15 (n=26)				M16 (n=27)				Total	
	Backs		Forwards		Backs		Forwards		n	%
	n	%	n	%	n	%	n	%		
Insuficiente	0	0	2	4	1	2	5	9	8	15
Adecuada	7	13	9	17	7	13	10	19	33	62
Exceso	7	13	1	2	3	6	1	2	12	23
Total	14	26	12	23	11	21	16	30	53	100

Tabla 6. Evaluación de la ingesta de carbohidratos según división y posición de juego de los jugadores masculinos juveniles de “Tigres Rugby Club”, San Lorenzo 2025.

Ingesta HC	M15 (n=26)				M16 (n=27)				Total	
	Backs		Forwards		Backs		Forwards		n	%
	n	%	n	%	n	%	n	%		
Insuficiente	6	11	10	19	7	13	16	30	39	73
Adecuado	7	13	2	4	4	8	0	0	13	25
Exceso	1	2	0	0	0	0	0	0	1	2
Total	14	26	12	23	11	21	16	30	53	100

Tabla 7. Evaluación de la ingesta de proteínas según división y posición de juego de los jugadores masculinos juveniles de “Tigres Rugby Club”, San Lorenzo 2025.

Ingesta Prot	M15 (n=26)				M16 (n=27)				Total	
	Backs		Forwards		Backs		Forwards			
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Adecuado	4	7,5	9	17	7	13	14	26	34	63,5
Exceso	10	19	3	6	4	7,5	2	4	19	36,5
Total	14	26,5	12	23	11	20,5	16	30	53	100

Tabla 8. Evaluación de la ingesta de grasas según división y posición de juego de los jugadores masculinos juveniles de “Tigres Rugby Club”, San Lorenzo 2025.

Ingesta Grs	M15 (n=26)				M16 (n=27)				Total	
	Backs		Forwards		Backs		Forwards			
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Adecuado	0	0	0	0	0	0	2	4	2	4
Exceso	14	26	12	23	11	21	14	26	51	96
Total	14	26	12	23	11	21	16	30	53	100

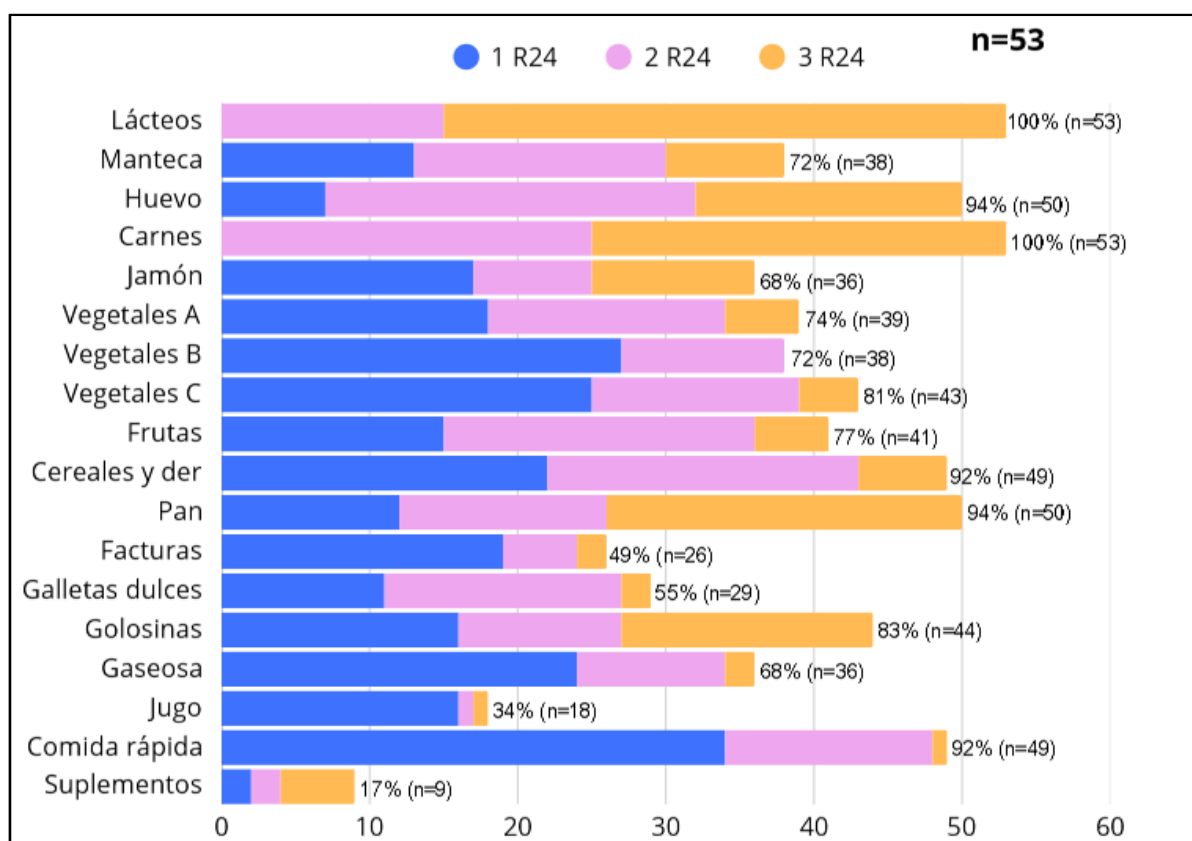


Figura 2. Consumo habitual de alimentos identificados en los R24 de jugadores masculinos juveniles de “Tigres Rugby Club”, San Lorenzo 2025.

Tabla 9. Relación entre masa adiposa e ingesta calórica de los backs de “Tigres Rugby Club” M15 y M16, San Lorenzo 2025.

Ingesta calórica	Masa Adiposa		TOTAL	p=0,09 (*)
	Adecuado	Exceso		
Adecuado	7	7	14	
Inadecuado	9	2	11	
TOTAL	16	9	25	

*Test de Fisher

Tabla 10. Relación entre masa adiposa e ingesta calórica de los forwards de “Tigres Rugby Club” M15 y M16, San Lorenzo 2025.

Ingesta calórica	Masa Adiposa		TOTAL	p=0,06 (*)
	Adecuado	Exceso		
Adecuado	10	9	19	
Inadecuado	8	1	9	
TOTAL	18	10	28	

*Test de Fisher

Tabla 11. Relación entre masa adiposa e ingesta de Grs de los backs de “Tigres Rugby Club” M15 y M16, San Lorenzo 2025.

Ingesta de Grs	Masa Adiposa		TOTAL	p=0,16 (*)
	Adecuado	Exceso		
Adecuado	0	0	0	
Inadecuado	16	9	25	
TOTAL	16	9	25	

*Test de Fisher

Tabla 12. Relación entre masa adiposa e ingesta de Grs de los forwards de “Tigres Rugby Club” M15 y M16, San Lorenzo 2025.

Ingesta de Grs	Masa Adiposa		TOTAL	p=0,66 (*)
	Adecuado	Exceso		
Adecuado	1	1	2	
Inadecuado	17	9	26	
TOTAL	18	10	28	

*Test de Fisher

Tabla 13. Relación entre masa muscular e ingesta de Prot de los backs de “Tigres Rugby Club” M15 y M16, San Lorenzo 2025.

Ingesta de Prot	Masa Muscular		TOTAL	p=0,36 (*)
	Adecuado	Déficit		
Adecuado	11	0	11	
Inadecuado	13	1	14	
TOTAL	24	1	25	

*Test de Fisher

Tabla 14. Relación entre masa muscular e ingesta de Prot de los forwards de “Tigres Rugby Club” M15 y M16, San Lorenzo 2025.

Ingesta de Prot	Masa Muscular		TOTAL	p=0,63 (*)
	Adecuado	Déficit		
Adecuado	16	7	23	
Inadecuado	4	1	5	
TOTAL	20	8	28	

*Test de Fisher

Tabla 15. Relación entre masa muscular e ingesta de HC de los backs de “Tigres Rugby Club” M15 y M16, San Lorenzo 2025.

Ingesta de HC	Masa Muscular		TOTAL	p=0,24 (*)
	Adecuado	Déficit		
Adecuado	10	1	11	
Inadecuado	14	0	14	
TOTAL	24	1	25	

*Test de Fisher

Tabla 16. Relación entre masa muscular e ingesta de HC de los forwards de “Tigres Rugby Club” M15 y M16, San Lorenzo 2025.

Ingesta de HC	Masa Muscular		TOTAL	p=0,35 (*)
	Adecuado	Déficit		
Adecuado	2	0	2	
Inadecuado	18	8	26	
TOTAL	20	8	28	

*Test de Fisher

Discusión y conclusiones

Al caracterizar a los jugadores según su división se observa que el 49% (n=26) perteneció a la división M15 y el 51% (n=27) a la M16. Esta distribución similar entre ambas divisiones es un valor deseable ya que coincide con el número mínimo esperado para conformar un plantel de rugby que incluya tanto titulares como suplentes.

En relación con la posición de juego se identificó un predominio en los forwards en un 53% (n=28) frente a los backs en un 47% (n=25). Este resultado guarda coherencia con la distribución reglamentaria habitual dentro de la cancha, donde la mayoría de los jugadores suelen ubicarse en posiciones de forwards lo cual implica un equilibrio estratégico ya que estos proporcionan la solidez necesaria en las fases estáticas del juego, como el scrum y el line-out, mientras que los backs despliegan velocidad y agilidad en las fases dinámicas (13).

En la tabla 1 se observa que, en la mayoría de los jugadores de ambas divisiones y posiciones, las medianas de MA (kg) se situaron dentro del rango de referencia según URBAREF juvenil. No obstante, se evidenciaron valores máximos por arriba del estándar. Estos resultados se asemejan con lo expresado en el estudio de Gayol Flores, M. y Sillero Quintana, M. (2019), quienes también hallaron subgrupos de jugadores adultos con niveles de MA superiores a lo recomendado; lo que podría comprometer el rendimiento en el campo de juego (14).

En cuanto a las medianas de MM (kg), una gran parte de los jugadores se encontró dentro de los rangos de referencia. Sin embargo, al analizar valores mínimos se identificaron backs de M15 y forwards de ambas divisiones con resultados por debajo del estándar; situación similar al estudio de Báez-San Martín, E; et al. (2019); lo que podría interferir con el desarrollo de fuerza y potencia requeridas para cada puesto (15).

Cabe mencionar que los forwards, de ambas divisiones, presentaron medianas mayores de MA (kg) y MM (kg) en comparación con los backs. Esta diferencia coincide con los resultados obtenidos en jugadores adultos en estudios realizados por Báez-San Martín, E; et al. (2019) y Hernández Camacho y Rodríguez Bies (2020), donde señalan que los forwards suelen tener una mayor masa corporal que los backs, como respuesta a las demandas de contacto y fuerza propias de su posición (15,16).

Por otro lado, al comparar entre divisiones, se identificó que los jugadores de M16 tuvieron medianas superiores en MA (kg) y MM (kg) respecto a los de M15. Este resultado podría relacionarse con el proceso de maduración biológica de cada jugador y el crecimiento propio de la adolescencia (17).

En la tabla 2 se observa que el 64% (n=34) de los jugadores evaluados presentó valores de MA dentro de los valores de referencia URBAREF juvenil según Francis Holway (s.f.); adecuación representada principalmente por los backs de la división M15 en el 19% (n=10) seguido de los forwards de ambas divisiones en el 17% (n=9) respectivamente.

Por otro lado, el 36% restante (n=19) evidenció exceso de la misma, representado principalmente por los forwards de la división M16 en un 13% (n=7), seguidos por los backs de la misma categoría en un 9% (n=5). La mayor tendencia de los forwards a acumular MA coincide con lo señalado por Báez-San Martín, E; et al. (2019) quienes destacan que las características propias de este puesto, relacionadas con el tamaño y la fuerza, suelen ir acompañadas de una mayor masa corporal. No obstante, como señalan Hernández Camacho y Rodríguez Bies (2020), cuando el exceso de MA es significativo puede afectar la potencia, velocidad y agilidad del jugador, lo que impactaría directamente en el desempeño dentro del campo de juego (15,16).

En la tabla 3 se evidencia que la mayoría de los jugadores evaluados, el 83% (n=44), presentó valores de MM adecuados, según los valores de referencia URBAREF juvenil. El mayor porcentaje estuvo representado por los backs de ambas divisiones en un 24% (n=13) y 21% (n=11) respectivamente.

Sin embargo, el 17% (n=9) de los jugadores presentó déficit de MM, representado principalmente por los forwards de M16 en un 13% (n=7). Este hallazgo resulta llamativo ya que en esta posición se requiere una mayor cantidad de MM para afrontar las demandas de fuerza y potencia propias del juego. Resultado similar fue señalado por el estudio de Báez-San Martín, E; et al. (2019), quienes identificaron forwards adultos con un desarrollo muscular menor al esperado. Asimismo, la variabilidad en la maduración puberal podría explicar que algunos jugadores no hayan alcanzado aún el pico de ganancia muscular propio de la adolescencia (15,17).

En la tabla 4 se observa las medianas de ingesta calórica, HC, Prot y Grs. En relación a la ingesta calórica, el valor de la mediana obtenido de los jugadores se encontró dentro de los valores recomendados para la población juvenil según IOM (2002). Sin embargo, al tener en cuenta la variabilidad de los datos se evidenció que los backs de ambas divisiones presentaron valores más altos a los recomendados para su posición de juego; mientras que los forwards presentaron ingestas energéticas más bajas a las recomendadas para su posición. En comparación con los antecedentes en jugadores adultos por Barale y Perovic (2014) y Posthumus et al. (2021), las ingestas calóricas de esta muestra de jugadores masculinos juveniles resultan menores, lo cual es esperable dada la diferencia de categoría y nivel competitivo (18,19).

Respecto a la ingesta de HC, se observa que las medianas se encontraron por debajo de las recomendaciones para rugby juvenil según Onzari (2021); especialmente en los forwards de ambas divisiones, situación que podría comprometer la disponibilidad energética durante entrenamientos y partidos, además de interferir con el crecimiento y recuperación (12).

Por el contrario, las medianas de ingesta de Prot resultaron adecuadas a las recomendaciones para rugby juvenil por Onzari (2021), e incluso por encima de este valor, especialmente en los backs de ambas divisiones; hallazgo similar al señalado en el estudio de Gayol Flores, M. y Sillero Quintana, M. (2019). Si bien este aporte favorece el crecimiento y recuperación, la baja ingesta de HC podría condicionar su aprovechamiento anabólico (12,14).

Finalmente, se observa que las medianas de ingesta de Grs superan ampliamente las recomendaciones para rugby juvenil por Onzari (2021) en todos los jugadores evaluados, coincidencia con lo identificado en adultos amateur; lo que podría explicar la alta proporción de jugadores con exceso de MA en esta muestra.

En la tabla 5 se observa que el 62% (n=33) de los jugadores evaluados presentó una ingesta calórica adecuada según las recomendaciones para la población juvenil (IOM, 2002), lo que representa un resultado favorable en términos de cubrir los requerimientos energéticos derivados del crecimiento y la práctica deportiva. Sin embargo, el 23% (n=12) evidenció un exceso en la ingesta calórica, concentrado principalmente en los backs de ambas divisiones en un 13% (n=7) y 6% (n=3) respectivamente, lo cual podría estar vinculado al consumo frecuente de productos ultraprocesados y bebidas azucaradas; resultado que coincide con lo señalado por Gayol Flores, M. y Sillero Quintana, M. (2019) y Hernández Camacho y Rodríguez Bies (2020) en jugadores adultos (14,16).

Por el contrario, el 15% (n=8) de los jugadores presentó una ingesta calórica insuficiente, principalmente en los forwards de ambas divisiones en un 4% (n=2) y 9% (n=5) respectivamente. Este hallazgo resultó preocupante, ya que la insuficiencia energética podría limitar el crecimiento y recuperación, además de explicar el déficit de

MM registrado en forwards de la división M16; coincidente con lo señalado por Onzari (2021), quien enfatiza que en categorías juveniles amateurs la alimentación habitual suele ser insuficiente para cubrir tanto el crecimiento y desarrollo como las demandas energéticas específicas del rugby (12).

En la tabla 6 se observa que el 73% (n=39) de los jugadores evaluados presentó una ingesta insuficiente de HC en relación a las recomendaciones para rugby juvenil según Onzari (2021), situación que se manifiesta con mayor prevalencia en los forwards de ambas divisiones, en un 30% (n=16) y 19% (n=10) respectivamente.

Este hallazgo es relevante dado que los HC constituyen la principal fuente de energía en deportes intermitentes de alta intensidad como el rugby, y su déficit podría no solo comprometer el rendimiento en entrenamientos y partidos, sino también limitar la recuperación y el desarrollo de la MM (5,14). Resultado que coincide con lo reportado en estudios de jugadores adultos por Barale y Perovic (2014) y Posthumus et al. (2021), donde también se observaron bajos aportes de HC, especialmente en forwards (18,19). Sin embargo, en población adolescente este déficit adquiere mayor relevancia, ya que se suma a las demandas propias del crecimiento y la maduración puberal (17).

En la tabla 7 se destaca que el 36,5% (n=19) de los jugadores, representado mayormente por los backs de ambas divisiones en un 19% (n=10) y 7,5% (n=4) respectivamente, presentó exceso en la ingesta de la misma. Este resultado coincide con lo reportado en jugadores adultos por Barale y Perovic (2014) y Gayol Flores, M. y Sillero Quintana, M. (2019), quienes identificaron que los backs tienden a consumir más proteínas que los forwards (14,18). Si bien un mayor aporte proteico podría favorecer los procesos de recuperación, en este contexto podría estar desplazando la ingesta de HC, que se identificó como insuficiente en la mayoría de los jugadores. Este desequilibrio podría impactar en la disponibilidad de energía durante entrenamientos y partido, además de limitar el aprovechamiento anabólico de las Prot (20).

En la tabla 8 se observa que el 96% (n=51) de los jugadores evaluados presentó una ingesta de Grs por encima de las recomendaciones para rugby juvenil según Onzari (2021), sin grandes diferencias entre divisiones ni posiciones de juego. Resultado similar al estudio de Gayol Flores, M. y Sillero Quintana, M. (2019), quienes identificaron un exceso en la ingesta de grasas en algunos jugadores adultos; lo que podría impactar en un menor rendimiento en el campo de juego, aumento de masa adiposa en detrimento de la masa muscular, riesgo metabólico a largo plazo y desplazamiento de nutrientes específicos como fibra, minerales y vitaminas (5,20).

En la figura 2 se puede observar la frecuencia de consumo habitual promedio de los principales grupos de alimentos reportados a partir de los tres R24. Los resultados muestran que, en relación con los alimentos fuente de HC, la mayoría de los jugadores (94%; n=50) incorporó pan en su alimentación y un 92% (n=49) consumió cereales y derivados como arroz, fideos y sémola durante los días evaluados. En cuanto a los vegetales, predominó el consumo de los del grupo C, especialmente papa y choclo, en el 81% (n=43), seguido por los del grupo A como espinaca, lechuga y tomate en el 74% (n=39). Mientras que el consumo de frutas estuvo presente en el 77% (n=41). Sin embargo, cabe destacar que, al igual que en los cereales, el consumo de frutas y verduras se concentró mayormente en un solo día de los tres evaluados. Por otro lado, se resalta el consumo de bebidas azucaradas, principalmente de gaseosas en un 68% (n=36) y de jugos artificiales en un 34% (n=18).

Respecto a los alimentos fuente de Prot, predominaron aquellos de AVB. El 100% (n=53) de los jugadores refirió consumir lácteos, entre ellos leche, yogur y quesos; se resalta que la mayoría los incorporó en los tres días evaluados. De igual manera, el 100%

(n=53) refirió el consumo de carnes, principalmente carne de vaca y pollo, durante dos o tres días de los evaluados. Además, el 94% (n=50) incorporó huevo en su alimentación.

En relación con los alimentos fuente de Grs, se destaca que el 92% (n=49) de los jugadores consumió comidas rápidas en al menos uno de los días evaluados como empanadas, pizza, sándwiches de lomito o milanesa y hamburguesas. Asimismo, el 72% (n=38) consumió manteca, y el 68% (n=36) incluyó jamón en su alimentación. También se observa que el 83% (n=44) optó por golosinas en colación o merienda siendo de preferencia el consumo de alfajores, chocolates y galletas dulces.

En conjunto, estos resultados reflejan un patrón alimentario similar al descrito por UNICEF (2020) en la población adolescente, caracterizado por un consumo elevado de alimentos ricos en grasas y azúcares simples y una baja ingesta de frutas, verduras y carbohidratos complejos (5). Este perfil podría contribuir a explicar los hallazgos en la composición corporal de los jugadores, en particular el exceso de masa adiposa y el déficit de masa muscular. El predominio de productos ultraprocesados en la alimentación podría desplazar el consumo de alimentos frescos de mayor densidad nutricional, limitando la disponibilidad de nutrientes esenciales para el crecimiento y la recuperación, además de favorecer la acumulación de masa adiposa en detrimento de masa muscular.

Estos hallazgos coinciden con lo reportado en estudios realizados en jugadores adultos amateurs (Gayol Flores, M. y Sillero Quintana, M. 2019; Báez-San Martín, E; et al, 2019). No obstante, adquieren una relevancia particular en la población juvenil, donde los hábitos alimentarios aún están en formación y pueden influir tanto en el rendimiento deportivo como en la salud adulta.

La tabla 9 muestra la relación entre la MA y la ingesta calórica en los backs de ambas divisiones. A pesar de que a partir del test de Fisher se obtuvo un $p=0,09$ sin significancia estadística; se observa que de los jugadores con una ingesta calórica adecuada (n=14), la mitad de ellos presentó exceso de MA (n=7), mientras que la otra mitad (n=7) estuvo dentro de los valores de referencia. Por el contrario, en aquellos jugadores con ingesta calórica inadecuada (n=11), la mayoría de ellos mantuvo una MA adecuada (n=9) y, sólo la minoría un exceso en la misma (n=2).

La tabla 10 muestra la relación entre la MA y la ingesta calórica de los forwards de ambas divisiones. Aunque el valor de $p=0,06$ tampoco resulta estadísticamente significativo, se observa que ente los jugadores con ingesta calórica adecuada, prácticamente la mitad presentó exceso de MA (n=9); mientras que la otra mitad mantuvo una MA adecuada (n=10). En cambio, en aquellos jugadores con ingesta calórica inadecuada, la mayoría mostró una MA adecuada (n=8) y, solo un jugador presentó exceso de la misma (n=1).

Estos resultados reflejan que, al igual que los backs, el exceso de MA no parece estar relacionado únicamente con la cantidad de calorías consumidas, sino también con la selección de alimentos y distribución de macronutrientes; además de la variabilidad en el crecimiento y maduración puberal. De esta manera, se coincide con lo señalado por Onzari (2021), quien expresa que en poblaciones juveniles no basta con ajustar la ingesta calórica a los requerimientos, sino que se debería priorizar la calidad y proporción de los nutrientes (12). Asimismo, los resultados se asemejan a lo descrito por Gayol Flores, M. y Sillero Quintana, M. (2019) en jugadores amateur adultos, donde el exceso de MA se relaciona más con el tipo de alimentos consumidos que con la energía total de la alimentación.

En la tabla 11 se observa la relación entre la MA y la ingesta de Grs en los backs de ambas divisiones. Siendo que el valor de $p=0,16$ no indicó significancia estadística, se observa que a pesar de que todos los jugadores de esta posición (n=25) presentaron ingesta inadecuada de Grs por exceso, la mayoría mantuvo valores de MA dentro del rango

adecuado (n=16). Sin embargo, también se identifican jugadores que presentaron exceso de la misma (n=9).

La tabla 12 analiza la relación entre la MA y la ingesta de Grs en los forwards de ambas divisiones. Al igual que en los backs, a pesar de que la mayoría de los forwards (n=26) presentó una ingesta inadecuada de Grs por exceso, una gran proporción de ellos mostró una MA adecuada (n=17). Sin embargo, también se logró evidenciar un número considerable con exceso de la misma (n=9). El análisis estadístico ($p=0,66$) no reveló asociación significativa, pero los datos son consistentes con lo observado previamente en la muestra total.

Estos resultados refuerzan el ideal que la cantidad de Grs consumidas supera ampliamente los valores recomendados para rugby juvenil y, que este exceso no siempre se traduciría de forma directa en mayor adiposidad. Factores como el elevado gasto energético del entrenamiento, la variabilidad de maduración puberal y la calidad general de la alimentación pueden ser la explicación de que algunos jugadores con ingesta excesiva de Grs no mostraron exceso de MA (17).

La tabla 13 analiza la relación entre MM e ingesta de Prot en los backs de ambas divisiones. El test de Fisher arrojó un valor de $p=0,36$; sin significancia estadística. Aun así, los datos mostraron que la mayoría de los jugadores presentó una MM adecuada (n=24), independientemente de su ingesta adecuada o no de Prot. Este resultado podría explicarse por el consumo proteico esperado de 1,2 a 2g/kg/d como también por la etapa de crecimiento y maduración propia de la adolescencia, en la que se produce un aumento natural de la misma.

La tabla 14 muestra la relación entre la MM y la ingesta de Prot en los forwards de ambas divisiones. El valor de $p=0,63$ indicó que no existe una asociación estadísticamente significativa. Sin embargo, se observa que la mayoría de los jugadores con ingesta de Prot adecuada (n=23) presentó una MM dentro de los valores de referencia (n=16); aunque se registraron varios casos de déficit (n=7). Entre quienes tuvieron una ingesta de Prot inadecuada por exceso (n=5), la mayoría mantuvo igualmente una MM adecuada (n=4).

Al igual que en los backs, estos resultados sugieren que la ingesta proteica, por si sola, no parece explicar de manera directa el estado de MM de los jugadores. Esto concuerda con lo planteado por Onzari (2021), quien señala que, una vez cubiertos los requerimientos proteicos, el exceso de este nutriente no genera un efecto adicional en el desarrollo muscular, sobre todo si existe un déficit en la ingesta de HC que obligue a las Prot a ser utilizadas como fuente de energía. Asimismo, como señalan Torresani (2022) en adolescentes y Báez-San Martín, E; et al. (2019) en adultos, el desarrollo de MM depende no solo del aporte de Prot, sino también de la disponibilidad energética total, el consumo de HC que permita ahorrar Prot para funciones anabólicas y, la etapa de maduración biológica de cada jugador.

La tabla 15 muestra la relación entre la MM y la ingesta de HC en los backs de ambas divisiones. Si bien el valor de $p=0,24$ no indica significancia estadística; se observa que la mayoría de los jugadores presentó una MM adecuada (n=24) a pesar de que una gran proporción de ellos evidenció una ingesta inadecuada de HC por insuficiencia (n=14). Estos resultados sugieren que, en esta muestra, no existe relación directa de la MM con la ingesta de HC. Sin embargo, es importante mencionar que los HC son el principal sustrato de energía durante el esfuerzo físico, y que un consumo insuficiente puede obligar al organismo a utilizar Prot como fuente de energía, reduciendo su disponibilidad para la síntesis muscular (12).

En la tabla 16 se observa la relación entre la MM y la ingesta de HC en los forwards de ambas divisiones. El análisis estadístico de $p=0,35$ no indicó una asociación

significativa. Sin embargo, casi todos los jugadores presentaron una ingesta de HC inadecuada por insuficiencia (n=26) y, dentro de este grupo, se observa que la mayoría mantuvo valores de MM adecuados (n=18); aunque también se registraron jugadores con déficit de la misma (n=8). En contraste, los pocos jugadores con ingesta de HC adecuada mostraron valores de MM dentro de lo esperado (n=2).

Al igual que en los backs, la alta proporción de jugadores con MM adecuada a pesar de la ingesta insuficiente de HC (n=18) podría estar vinculada a factores como la edad y la etapa de crecimiento propia de la adolescencia como también al volumen de entrenamiento, que estimulan el desarrollo muscular incluso en condiciones nutricionales subóptimas (17). Sin embargo, el número de jugadores con déficit (n=8) advierte sobre el riesgo que implica mantener esta condición en el jugo a largo plazo, ya que podría limitar la capacidad de generar fuerza y potencia, aspectos claves para la posición. Estos resultados coinciden con lo reportado en estudios de adultos por Báez-San Martín, E; et al. (2019), quienes enfatizan que un aporte insuficiente de HC puede comprometer la MM incluso en jugadores con ingesta proteica adecuada.

Conclusiones

La distribución de los jugadores fue similar en ambas divisiones con un predominio de forwards.

En relación a la composición corporal, se observó en la mayoría de los jugadores una MA (kg) adecuada. Sin embargo, se evidenció casos de exceso en la misma principalmente en los de M16. Por otro lado, considerando la MM (kg) se observó adecuación en una gran parte de los adolescentes evaluados, aunque algunos forwards de M16 presentaron déficit de la misma.

Con respecto a la ingesta alimentaria, los jugadores en general presentaron una ingesta calórica adecuada, pero se identificaron casos de backs que presentaron exceso en el consumo energético y de forwards con un consumo calórico insuficiente.

En referencia a la distribución de macronutrientes se destacó el consumo deficiente de HC en la mayor proporción de los jugadores con una escasa selección de frutas y verduras en su alimentación. Asimismo, se observó un consumo excesivo de Prot, principalmente en los backs, con una selección de alimentos proteicos de AVB y; un consumo de Grs por arriba de lo esperado en la mayoría con selección de alimentos ricos en grasas saturadas como alfajores, facturas, bollos, manteca, frituras, entre otros.

Al analizar la relación entre la composición corporal y la ingesta alimentaria, no se encontró asociación estadísticamente significativa por lo cual se rechaza la hipótesis planteada. Sin embargo, los resultados reflejaron que el exceso de MA y el desarrollo de MM no estarían determinados únicamente por la cantidad de calorías consumidas, sino también por la calidad en la selección de alimentos, la distribución de macronutrientes y factores propios de la etapa de crecimiento y maduración puberal de los jugadores.

Propuestas de continuidad

Realizar estudios donde se incluya como variable la edad madurativa o biológica de los jugadores ya que es un factor determinante de la composición corporal durante esta etapa de crecimiento.

Ampliar la muestra a diferentes clubes o categorías a fin de enriquecer el análisis y evitar que los resultados se limiten a un solo club o cohorte favoreciendo una visión más completa de la composición corporal e ingesta alimentaria a lo largo del proceso formativo.

Realizar un seguimiento longitudinal que contemple las distintas etapas de la temporada, lo cual permitiría evaluar la variación de la composición corporal e ingesta alimentaria en momentos de pretemporada, competencia y posttemporada; dado que las demandas energéticas cambian según el momento del año deportivo.

Implementar talleres de educación alimentaria dirigida a los jugadores, familias, tutores y entrenadores; con el fin de promover hábitos saludables que acompañen el desarrollo deportivo y personal de los jugadores adolescentes.

Agradecimientos

Se agradece a la Mg. Patricia Gricelda Villagrán por la dirección y supervisión del presente trabajo, así como a todas las personas que brindaron apoyo y otorgaron las facilidades necesarias para llevar a cabo esta investigación.

Conflicto de intereses

Se declara que no existe ningún conflicto de intereses.

Referencias

1. Reilly T. La Fisiología del Rugby - Grupo Sobre Entrenamiento [Internet]. 2024 [citado 20 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://g-se.com/la-fisiologia-del-rugby-849-sa-k57cfb271921f1>
2. World Rugby. Entrenamiento de resistencia por tamaño [Internet]. 2025 [citado 20 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://passport.world.rugby/es/preparacion-fisica-para-el-rugby/introduccion-a-la-preparacion-fisica-adultos/acondicionamiento-general/entrenamiento-de-resistencia-por-tamano/>
3. Arcuri LC. Características Fisiológicas de los Jugadores de Rugby de Categorías Juveniles - Grupo Sobre Entrenamiento [Internet]. 2024 [citado 9 de diciembre de 2025]. Disponible en: <https://g-se.com/es/caracteristicas-fisiologicas-de-los-jugadores-de-rugby-de-categorias-juveniles>
4. Travis DT, Erdman KA, Burke LM, MacKillop M. Nutrición y Rendimiento Deportivo - Grupo Sobre Entrenamiento [Internet]. 2024 [citado 20 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://g-se.com/nutricion-y-rendimiento-deportivo-2141-sa-R57cfb27282f07>
5. UNICEF. La nutrición en la infancia media y la adolescencia [Internet]. 2020 [citado 26 de julio de 2025]. Disponible en: <https://www.unicef.org/es/nutricion-infancia-media-adolescencia>
6. Moreno Villares JM, Núñez Ramos R. Nutrición en la adolescencia | Pediatría integral [Internet]. 2025 [citado 26 de julio de 2025]. Disponible en: <https://www.pediatriaintegral.es/publicacion-2025-03/nutricion-en-la-adolescencia/>

7. Marani L, Cachiarelli A, Candiotti M, D'Alessandro M. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. 2012 [citado 20 de febrero de 2025]. Estudio sobre hábitos alimentarios, patrones de hidratación y suplementación en jugadores de rugby juveniles. Disponible en: <https://bicyt.conicet.gov.ar/fichas/produccion/en/9189692>
8. Esparza R. F, Vaquero C. R, Marfell J. M. Protocolo internacional para la valoración antropométrica: Perfil restringido [Internet]. 1a ed. revisada. España: Universidad Católica de Murcia; 2019. Disponible en: <https://www.isak.global/isakadmin/Handbook>
9. Gibson RS. Principles of nutritional assessment. 2nd ed. Oxford University Press; 2005.
10. Batrouni L. Evaluación Nutricional. 1a ed. Córdoba: Brujas; 2016.
11. Lotufo Haddad A, Villagrán E, Pérez MI, Yazlle S, Zelaya P, Zambrano C, et al. Atlas de alimentos y preparaciones alimenticias: orientado a la población vegetariana. 2022.
12. Onzari M. Fundamentos de Nutrición en el Deporte. 3a ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: El Ateneo; 2021.
13. World Rugby. World Rugby. 2024 [citado 16 de octubre de 2024]. Las posiciones. Disponible en: <https://www.world.rugby/the-game/beginners-guide/positions?lang=es>
14. Flores MFG. Características Antropométricas y la Ingesta Dietética de los Jugadores de la División de Honor y División de Honor B de un Club de Rugby Español. J Kronos [Internet]. 2019;18(1). Disponible en: <http://hdl.handle.net/11268/8181>
15. Báez-San-Martín E, Jil-Beltrán K, Ramírez-Campillo R, Tuesta M, Barraza-Gómez F, Opitz-Ben-Hour A, et al. Composición Corporal y Somatotipo de Rugbistas Chilenos y su Relación con la Posición de Juego. Int J Morphol [Internet]. 2019 [citado 20 de diciembre de 2024];37(1):331-7. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022019000100331&lng=en&nrm=iso&tlng=en
16. Hernández Camacho JD, Rodríguez Bies E. Anthropometric characteristics and somatotype profile in amateur rugby players. Arch Med Deporte [Internet]. 2020;37(2):84-91. Disponible en: https://archivosdemedicinadeldeporte.com/articulos/upload/or02_Hernandez.pdf
17. Torresani ME. Cuidado nutricional pediátrico. 3a ed. EUDEBA; 2022.
18. Barale A, Perovic N. Ingesta alimentaria y composición corporal en el seleccionado mayor de rugby de la provincia de Córdoba (Argentina) [Internet]. 2014. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/275100269_Ingesta_alimentaria_y_composicion_corporal_en_el_seleccionado_mayor_de_rugby_de_la_provincia_de_Cordoba_Argentina

19. Posthumus L, Fairbairn K, Darry K, Driller M, Winwood P, Gill N. Competition Nutrition Practices of Elite Male Professional Rugby Union Players. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(10).
20. Onzari M. Alimentación y deporte. Guía práctica. 1a ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: El Ateneo; 2023.

Análisis de la Huella Plantar en Niños de 5 a 11 Años: Estudio en la Ciudad de Quito

Footprint Analysis in Children Aged 5 to 11 Years: A Study in the City of Quito

Nancy Guadalupe Aguirre Vega

Instituto Superior Tecnológico Universitario Libertad, España (nancy.16142@gmail.com)
(<https://orcid.org/0009-0004-1214-9299>)

Jessenia Marilyn Freire Montenegro

Instituto Superior Tecnológico Universitario Libertad, España (drafreirejess94@gmail.com)
(<https://orcid.org/0009-0005-9567-1548>)

Amira Belkys Carrillo Valencia

Instituto Superior Tecnológico Universitario Libertad, España (abc-valencia1@hotmail.com)
(<https://orcid.org/0009-0004-4441-5862>)

Información del manuscrito:

Recibido/Received: 27/03/26

Revisado/Reviewed: 06/05/26

Aceptado/Accepted: 16/06/26

RESUMEN

Palabras clave:

huella plantar, población
pediátrica, pie cavo, pedigráfica

Introducción: El análisis de la huella y la postura del pie en niños es un tema de gran relevancia dentro de la podología y la biomecánica, ya que permite identificar alteraciones que pueden influir directamente en el desarrollo motor, la marcha y, en consecuencia, en la calidad de vida futura. En la ciudad de Quito no existen estudios previos que aborden esta problemática de manera específica, lo que resalta la necesidad de generar información local que permita comprender el comportamiento del pie infantil en esta población y, a su vez, aportar evidencia para la comunidad científica nacional. Método: El estudio realizado se planteó como una investigación de tipo descriptivo y exploratorio, con un diseño cuantitativo, orientado a recopilar datos que expliquen las variaciones en la forma de la pisada mediante la aplicación de pruebas de radiografías en niños entre 5 y 11 años. Resultados: Los resultados obtenidos muestran que 70 participantes presentaron pie cavo, lo que representa el 66.67% de la muestra; mientras que 20 niños, equivalentes al 19.04%, evidenciaron pie plano; y 15 participantes, correspondientes al 14.28%, presentaron un pie normal o neutro. Discusión: Estos hallazgos reflejan una marcada predominancia del pie cavo dentro de la población estudiada, seguido por un porcentaje menor de pie plano, lo que evidencia patrones morfológicos particulares que requieren mayor atención profesional y científica. En conjunto, estos resultados subrayan la importancia de continuar investigando y promoviendo evaluaciones podológicas infantiles frecuentes para identificar alteraciones tempranas y orientar intervenciones oportunas.

ABSTRACT

Keywords:

plantar footprint, pediatric population, cavus foot, pedigraphy.

Introduction: Footprint and posture analysis in children is a highly relevant topic in podiatry and biomechanics, as it allows for the identification of alterations that can directly influence motor development, gait, and consequently, future quality of life. In the city of Quito, there are no previous studies that specifically address this issue, highlighting the need to generate local data to understand the behavior of children's feet in this population and, in turn, contribute evidence to the national scientific community. Methods: This study was designed as a descriptive and exploratory investigation with a quantitative design, aimed at collecting data that explain variations in gait pattern through the application of pedigraphic tests in children between 5 and 11 years old. Results: The results show that 70 participants presented with cavus feet, representing 66.67% of the sample; while 20 children, equivalent to 19.04%, exhibited flat feet. Fifteen participants, representing 14.28%, presented with a normal or neutral foot. Discussion These findings reflect a marked predominance of cavus feet within the studied population, followed by a smaller percentage of flat feet, highlighting particular morphological patterns that require greater professional and scientific attention. Taken together, these results underscore the importance of continuing to investigate and promote frequent podiatric evaluations in children to identify early alterations and guide timely interventions.

Introducción

El desarrollo del pie en la etapa infantil posee una relevancia tanto clínica como biomecánica, debido a que entre los 5 y 11 años se consolidan estructuras esenciales para la locomoción, el sostén del peso corporal y la estabilidad postural. Esta fase de crecimiento constituye un momento determinante en la formación del arco plantar y, en consecuencia, en la prevención de alteraciones como el pie plano o el pie cavo, las cuales podrían generar complicaciones ortopédicas y funcionales en etapas posteriores de la vida.

En el ámbito internacional, múltiples investigaciones han analizado la asociación existente entre la huella plantar y la postura cuerpo (1) evaluaron en población escolar la relación entre la huella plantar y la postura corporal utilizando el Índice de Hernández Corvo (IHC) y el método de la Portland State University (PSU). Reportaron que el 10 % de los estudiantes presentaba pie plano y evidenciaron diferencias posturales significativas según el género. Asimismo, identificaron una correlación moderada entre el índice de masa corporal (IMC) y la cintura escapular (1). En otra investigación, Stefan et al señalaron que una menor práctica de actividad física se relaciona con incrementos en las presiones plantares, así como con un mayor tiempo de contacto y valores más elevados de presión máxima y media. Estos hallazgos indican que la actividad física desempeña un rol significativo en la biomecánica del pie en niños de 6 a 14 años(2). En Ecuador, se han realizado estudios regionales que aportan datos relevantes y muestran la necesidad de profundizar en la temática. En el artículo Alteraciones de la huella plantar en preescolares del Centro Infantil del Buen Vivir “Francisco Chiriboga” describieron una elevada prevalencia (93 %) de alteraciones en la huella plantar en niños preescolares en Riobamba. Además, un 53 % presentó pie plano fisiológico (3). Asimismo, en el contexto nacional de investigación secundaria, una tesis desarrollada en Cuenca entre niños de 10 a 15 años evidenció una predominancia del pie cavo (56 % en el pie derecho y 45,3 % en el izquierdo), evaluado mediante fotopodómetro y el índice de Hernández Corvo. Estos hallazgos reflejan que las variaciones morfológicas del pie no sólo son frecuentes, sino que pueden mostrar diferencias importantes según edad, género o índice de masa corporal (IMC) (4). Pese a estos avances en otras ciudades, en la ciudad de Quito no existen estudios previos que aborden esta problemática, lo que hace necesario generar información específica para esta población y poder contribuir en el futuro con la comunidad científica. Dada la particular altitud de la capital (cerca de 2 850 m), factores ambientales, nutricionales y socioeconómicos únicos pueden influir en la biomecánica infantil, tanto en la huella plantar como en la postura del pie. El análisis de la huella plantar es esencial ya que permite entender la interacción entre la morfología del pie y la distribución de cargas corporales. Así, se pueden detectar correlaciones entre deformidades plantares (planas o cavos) y alteraciones posturales en rodillas, tobillos o cadera. Este tipo de abordaje holístico es valioso para construir estrategias preventivas basadas en evidencia, orientadas al uso de calzado adecuado, programas educativos para padres y docentes, o intervenciones fisioterapéuticas tempranas en poblaciones escolares quiteñas.

En la actualidad durante la práctica clínica es muy común la presencia de ciertas alteraciones biomecánicas en los pies de los niños, siendo el pie plano uno de los principales y durante las atenciones de niño sano muchas veces la valoración física de la pisada del paciente pediátrico pasa desapercibida, es por ello la importancia de un análisis adecuado de la huella plantar en estos rangos de edad.

El estudio de la huella plantar y de la postura del pie en la población infantil constituye un aspecto de gran importancia en el ámbito de la podología y la biomecánica, dado que facilita la detección temprana de alteraciones posturales que podrían influir en el desarrollo motor y en la calidad de vida a largo plazo (5). Esta investigación tiene como objetivo fundamental evaluar la morfología plantar y las posibles alteraciones posturales en niños de la ciudad de Quito, con el propósito de obtener información que aporte a la prevención de trastornos musculoesqueléticos desde edades tempranas y, de este modo, reducir el riesgo de futuras complicaciones. La relevancia de esta investigación se fundamenta en la necesidad de identificar de forma temprana e integral posibles alteraciones en la marcha y en el apoyo plantar, puesto que estas pueden repercutir en el desempeño físico y favorecer la aparición de afecciones como el pie plano, el pie cavo u otras alteraciones, entre ellas las disimetrías (6). Asimismo, se toman en cuenta los factores que pueden incidir en la postura del pie, tales como el tipo de calzado, el nivel de actividad física y los componentes genéticos (7). Con base en este sustento teórico, se pretende generar información significativa tanto para la comunidad científica como para los profesionales de la salud dedicados a la prevención de alteraciones posturales en la población infantil.

Biomecánica de la huella plantar y la alineación del pie

En la etapa infantil, particularmente entre los 5 y 11 años, el pie experimenta un proceso fundamental de maduración tanto estructural como funcional. Durante este periodo, los huesos, músculos y ligamentos se consolidan de manera progresiva, lo que contribuye a la conformación del arco longitudinal medial y a la adquisición de un patrón de marcha más estable (Pita-Fernández et al., 2022). El pie plano fisiológico, común durante los primeros años de vida, suele resolverse espontáneamente alrededor de los 7 u 8 años. No obstante, en ciertos casos estas alteraciones pueden mantenerse en el tiempo y provocar compensaciones posturales que repercuten en otros segmentos corporales, como las rodillas, las caderas y la columna vertebral (Rojas Vega & Gutiérrez, 2020).

Una investigación realizada en Ecuador, que incluyó una muestra de 1 678 niños, demostró variaciones anuales significativas en dimensiones del pie, como la longitud (con incrementos de hasta 4,7–5,0 %) y la anchura (entre 3,8–3,9 %).

Asimismo, el arco plantar presentó un incremento anual del 1,5 % en niñas y de hasta un 4 % en niños entre los 5 y 6 años. También se evidenció una alta prevalencia de pie plano, particularmente en niñas de 8 años (64,9 %) y en niños de 12 años (82,5 %) (Martín, Palomo et al., 2024).

Este resultado resalta la necesidad de tener en cuenta la edad y el género en investigaciones poblacionales, y plantea que en Quito, debido a su altitud y a sus características particulares, estos patrones podrían presentarse de manera específica en la población infantil.

La huella plantar representa el patrón de contacto del pie con el suelo y constituye una herramienta diagnóstica útil para identificar alteraciones morfológicas como pie plano, pie normal y pie cavo. El análisis de la huella plantar permite valorar el desarrollo del arco plantar, la distribución del peso corporal y la simetría de apoyo. Existen diversos métodos para su estudio, entre ellos el índice de Hernández Corvo y el índice de Chippaux-Smirak, ampliamente utilizados en estudios clínicos y escolares (Villanueva et al., 2019). La identificación temprana de anomalías en la huella plantar puede contribuir a la prevención de desequilibrios posturales crónicos y alteraciones locomotoras.

La postura del pie hace referencia a su alineación tridimensional durante el apoyo. Generalmente, se clasifica en neutra, pronada o supinada. Una alineación inadecuada puede influir en la mecánica corporal global, provocando compensaciones en estructuras

como tobillos, rodillas, pelvis y columna vertebral. Por ejemplo, la pronación excesiva se asocia con el pie plano, mientras que la supinación se vincula con el pie cavo (Zapata Sánchez et al., 2020). En la etapa infantil, estas alteraciones suelen pasar inadvertidas; sin embargo, si no se corrigen oportunamente, pueden originar trastornos biomecánicos durante la adolescencia y la adultez.

Un pie sano es vital para una buena postura y la deambulación. El pie plano es una afección médica definida por la ausencia o disminución del arco longitudinal medial, con desalineación osteoligamentosa. Debido a la almohadilla grasa plantar, los pies del bebé parecen planos; esta almohadilla grasa desaparece entre los 2 y los 10 años de edad tras los cambios en el desarrollo del arco medial. (Abich, 2020).

Las manifestaciones anatómicas del aplastamiento o descenso del arco medial del pie son laxitud ligamentosa, deformidad equina, deformidad torsional, astrágalo vertical y coalición tarsiana, causadas por variables multifactoriales como el sobrepeso, la obesidad, el tipo de calzado, la debilidad muscular que soporta el arco, las lesiones en el pie y las deformaciones congénitas. (Abich, 2020)

Aunque el pie plano y el pie cavo presentan características morfológicas opuestas, ambos pueden alterar la funcionalidad del pie y afectar la postura general del niño. Estas variaciones en el arco plantar implican cambios en la distribución de cargas, el equilibrio y la mecánica de la marcha, lo que puede generar compensaciones en otras estructuras como rodillas, caderas o columna vertebral. Por esta razón, es importante considerar ambos tipos de alteración dentro de un mismo marco de análisis, ya que su detección oportuna permite una intervención adecuada y específica según el caso.

El pie cavo es una condición ortopédica que se manifiesta tanto en niños como en adultos. Pie cavus es una deformidad que se caracteriza típicamente por cavus (elevación del arco plano longitudinal del pie), flexión plantar del primer dígito, pronación del antepié, y valgus, varus del retropié y aducción del antepié. (Travis & Bola, 2023). Y puede ser el resultado de una patología de propulsión del antepié.

Diversos factores influyen en la conformación de la huella plantar y la postura del pie en los niños. La edad es un factor clave, ya que el desarrollo del arco plantar y la estabilidad postural se consolidan gradualmente con el crecimiento. El género también puede influir, observándose diferencias significativas en la prevalencia de pie plano entre niños y niñas en algunas poblaciones (Burbano & Viteri, 2018). Asimismo, el sobrepeso y la obesidad se han asociado con una mayor incidencia de alteraciones posturales y morfológicas del pie, debido al aumento de carga sobre estructuras aún inmaduras (Zapata Sánchez et al., 2020). Finalmente, el entorno geográfico y el tipo de calzado pueden tener un impacto significativo: caminar descalzo en superficies naturales promueve el desarrollo del arco plantar, mientras que el uso prolongado de calzado inadecuado puede limitarlo (Muñoz-Chávez et al., 2023).

En la ciudad de Quito, situada a más de 2.800 metros sobre el nivel del mar, los niños se desarrollan en un entorno geográfico y socioeconómico particular. Las diferencias climáticas, culturales y de acceso a servicios de salud pueden influir en el crecimiento físico y en los patrones de movimiento de la población infantil. Sin embargo, existe una limitada cantidad de estudios que analicen de forma conjunta la huella plantar y la postura del pie en esta población específica. Por tanto, el presente estudio busca contribuir al conocimiento local sobre la biomecánica infantil, generar información útil para la prevención de alteraciones musculoesqueléticas y orientar futuras intervenciones desde la salud pública, la educación física y la fisioterapia pediátrica.

Biomecánica de la huella plantar y la alineación del pie

En la etapa infantil, particularmente entre los 5 y 11 años, el pie experimenta un proceso fundamental de maduración tanto estructural como funcional. Durante este

periodo, los huesos, músculos y ligamentos se consolidan de manera progresiva, lo que contribuye a la conformación del arco longitudinal medial y a la adquisición de un patrón de marcha más estable (8). El pie plano fisiológico, común durante los primeros años de vida, suele resolverse espontáneamente alrededor de los 7 u 8 años. No obstante, en ciertos casos estas alteraciones pueden mantenerse en el tiempo y provocar compensaciones posturales que repercuten en otros segmentos corporales, como las rodillas, las caderas y la columna vertebral(8).

Una investigación realizada en Ecuador, que incluyó una muestra de 1 678 niños, demostró variaciones anuales significativas en dimensiones del pie, como la longitud (con incrementos de hasta 4,7–5,0 %) y la anchura (entre 3,8–3,9 %).

Asimismo, el arco plantar presentó un incremento anual del 1,5 % en niñas y de hasta un 4 % en niños entre los 5 y 6 años. También se evidenció una alta prevalencia de pie plano, particularmente en niñas de 8 años (64,9 %) y en niños de 12 años (82,5 %)(9).

Este resultado resalta la necesidad de tener en cuenta la edad y el género en investigaciones poblacionales, y plantea que en Quito, debido a su altitud y a sus características particulares, estos patrones podrían presentarse de manera específica en la población infantil.

La huella plantar representa el patrón de contacto del pie con el suelo y constituye una herramienta diagnóstica útil para identificar alteraciones morfológicas como pie plano, pie normal y pie cavo. El análisis de la huella plantar permite valorar el desarrollo del arco plantar, la distribución del peso corporal y la simetría de apoyo. Existen diversos métodos para su estudio, entre ellos el índice de Hernández Corvo y el índice de Chippaux-Smirak, ampliamente utilizados en estudios clínicos y escolares(10). La identificación temprana de anomalías en la huella plantar puede contribuir a la prevención de desequilibrios posturales crónicos y alteraciones locomotoras.

La postura del pie hace referencia a su alineación tridimensional durante el apoyo. Generalmente, se clasifica en neutra, pronada o supinada. Una alineación inadecuada puede influir en la mecánica corporal global, provocando compensaciones en estructuras como tobillos, rodillas, pelvis y columna vertebral. Por ejemplo, la pronación excesiva se asocia con el pie plano, mientras que la supinación se vincula con el pie cavo (11) En la etapa infantil, estas alteraciones suelen pasar inadvertidas; sin embargo, si no se corrigen oportunamente, pueden originar trastornos biomecánicos durante la adolescencia y la adultez.

Un pie sano es vital para una buena postura y la deambulaci3n. El pie plano es una afecci3n m3dica definida por la ausencia o disminuci3n del arco longitudinal medial, con desalineaci3n osteoligamentosa. Debido a la almohadilla grasa plantar, los pies del beb3 se ven planos; esta almohadilla grasa desaparece entre los 2 y los 10 a3os de edad tras los cambios en el desarrollo del arco medial(12).

Las manifestaciones anatómicas del aplanamiento o descenso del arco medial del pie son laxitud ligamentosa, deformidad equina, deformidad torsional, astrágalo vertical y coalici3n tarsiana, causadas por variables multifactoriales como el sobrepeso, la obesidad, el tipo de calzado, la debilidad muscular que soporta el arco, las lesiones en el pie y las deformaciones congénitas(12).

Aunque el pie plano y el pie cavo presentan características morfológicas opuestas, ambos pueden alterar la funcionalidad del pie y afectar la postura general del ni3o. Estas variaciones en el arco plantar implican cambios en la distribuci3n de cargas, el equilibrio y la mecánica de la marcha, lo que puede generar compensaciones en otras estructuras como rodillas, caderas o columna vertebral. Por esta raz3n, es importante considerar ambos tipos de alteraci3n dentro de un mismo marco de análisis, ya que su detecci3n oportuna permite una intervenci3n adecuada y específica seg3n el caso.

El pie cavo es una condición ortopédica que se manifiesta tanto en niños como en adultos. Pie cavus es una deformidad que se caracteriza típicamente por cavus (elevación del arco plano longitudinal del pie), flexión plantar del primer dígito, pronación del antepié, y valgus, varus del retropié y aducción del antepié(13). Y puede ser el resultado de una patología de propulsión del antepié.

Diversos factores influyen en la conformación de la huella plantar y la postura del pie en los niños. La edad es un factor clave, ya que el desarrollo del arco plantar y la estabilidad postural se consolidan gradualmente con el crecimiento. El género también puede influir, observándose diferencias significativas en la prevalencia de pie plano entre niños y niñas en algunas poblaciones(14). Asimismo, el sobrepeso y la obesidad se han asociado con una mayor incidencia de alteraciones posturales y morfológicas del pie, debido al aumento de carga sobre estructuras aún inmaduras (11). Finalmente, el entorno geográfico y el tipo de calzado pueden tener un impacto significativo: caminar descalzo en superficies naturales promueve el desarrollo del arco plantar, mientras que el uso prolongado de calzado inadecuado puede limitarlo(15).

En la ciudad de Quito, situada a más de 2.800 metros sobre el nivel del mar, los niños se desarrollan en un entorno geográfico y socioeconómico particular. Las diferencias climáticas, culturales y de acceso a servicios de salud pueden influir en el crecimiento físico y en los patrones de movimiento de la población infantil. Sin embargo, existe una limitada cantidad de estudios que analicen de forma conjunta la huella plantar y la postura del pie en esta población específica. Por tanto, el presente estudio busca contribuir al conocimiento local sobre la biomecánica infantil, generar información útil para la prevención de alteraciones musculoesqueléticas y orientar futuras intervenciones desde la salud pública, la educación física y la fisioterapia pediátrica.

Método

En Ecuador, se han realizado estudios regionales que aportan datos relevantes y muestran la necesidad de profundizar en la temática principalmente en la ciudad capital. En el artículo Alteraciones de la huella plantar en preescolares del Centro Infantil del Buen Vivir “Francisco Chiriboga” describieron una elevada prevalencia (93 %) de alteraciones en la huella plantar en niños preescolares en Riobamba (3).

Sin embargo, es la única ciudad que reporta un estudio de esta temática, es por ello que nace la necesidad de realizar la valoración de huella plantar en niños residentes en la ciudad de Quito, puesto que las características demográficas y socioeconómicas son diferentes.

El estudio realizado es de tipo descriptivo y exploratorio, con un diseño cuantitativo. Se centró en la búsqueda de información que sustente y explique el por qué existen variaciones en la forma de la pisada, esto apoyado en las pruebas de pedigrafías realizadas en niños en un rango de edad de 5 a 11 años.

Para obtener la huella plantar de los niños, se empleó el método de análisis baropodométrico utilizando un pedigrafo, mismo que es un instrumento sencillo y eficaz utilizado en el ámbito clínico, educativo y deportivo para obtener una representación gráfica de la huella plantar. Su función principal es registrar la forma del pie en posición estática, permitiendo observar el tipo de arco plantar y detectar posibles alteraciones morfológicas como el pie plano, el pie cavo o las asimetrías entre ambos pies, permite

registrar la impresión plantar, a partir de ella se realizaron diversos trazos y se aplicó una fórmula matemática que, mediante un resultado porcentual (%), permite identificar posibles alteraciones en la estructura o funcionalidad del pie.

El estudio de la huella plantar obtenida mediante pedígrafo brinda información relevante acerca de la distribución de cargas, el grado de contacto en las regiones del antepié, mediopié y retropié, así como del estado del arco plantar. Asimismo, facilita el seguimiento de la evolución de tratamientos ortopédicos o de programas de ejercicios terapéuticos a lo largo del tiempo. Si bien no aporta datos dinámicos como los que ofrece una plataforma baropodométrica, el pedígrafo continúa siendo un recurso útil y válido, especialmente en entornos escolares o en comunidades con acceso limitado a tecnología especializada.

Asimismo, se llevó a cabo una valoración física con el propósito de visualizar y analizar la postura del pie, considerando elementos como la alineación de los pies y las piernas, así como la identificación de pie plano, pie cavo o pie en posición neutra.

Resultados

De los 105 participantes, se observa que 49 niños que equivale al 46,67% tenían de 5 a 7 años, mientras que 56 niños que equivale al 53.33% tenían de 8 a 11 años (Figura 1).

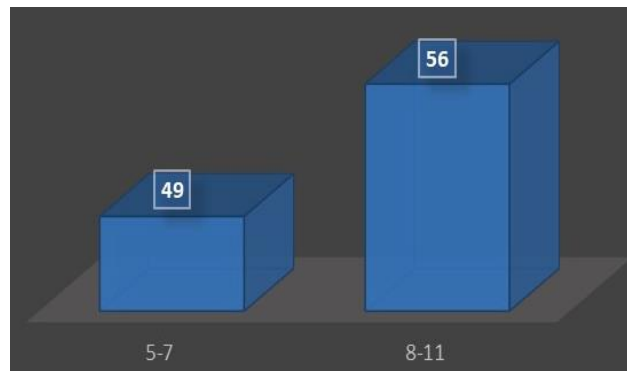


Figura 1. Rangos de edad.

En base a la gráfica predomina el pie cavo en cuanto a la edad.

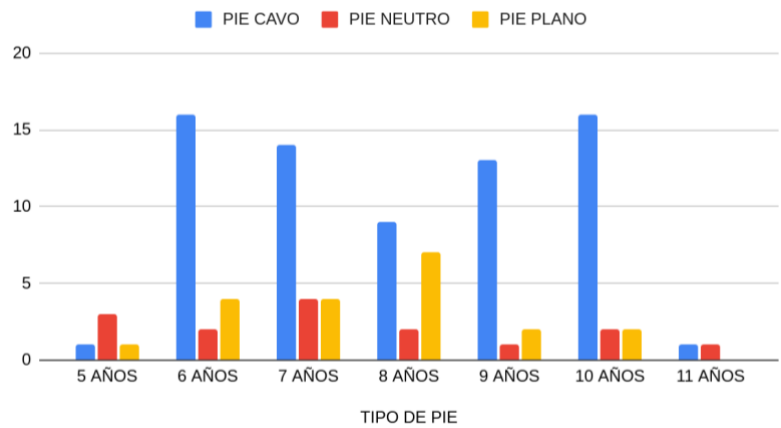


Figura 2. Tipo de pie en relación a la edad

En cuanto al género se evidencia que 80 de los participantes que equivale el 76.19% eran se género masculino, en cuanto al género femenino 25 participantes que representan el 23.81%, existiendo una notable diferencia en este marcador (Figura 2).

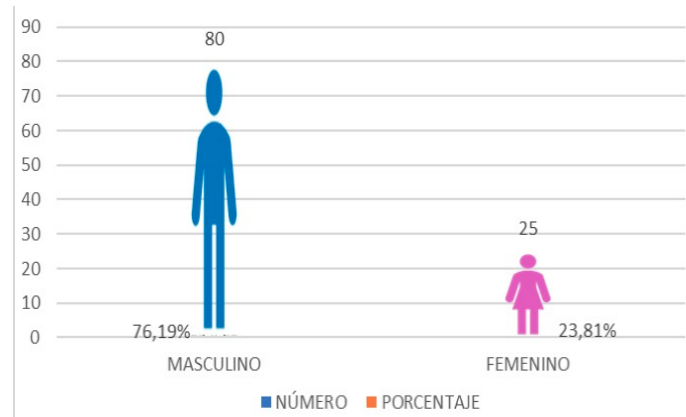


Figura 3. Porcentaje de participantes en base al género.

En relación al sexo de los participantes se evidencia la predominancia del pie cavo en mujeres siendo así 17 mujeres con pie cavo que representa el 68 %, 4 mujeres presentan pie neutro y 4 más presentan pie plano representando el 16% respectivamente. (Figura 3)

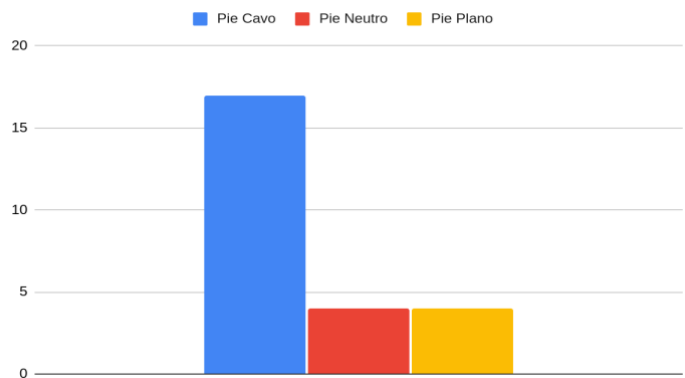


Figura 4. Tipo de pie en relación al sexo femenino

La forma de pie en cuanto al sexo masculino se observa que 77 personas presentan pie cavo lo que representa el 65%, 11 personas presentan pie neutro lo que representa el 13.75% y 17 personas presentan pie plano lo que representa 21.25%. (Figura 4).

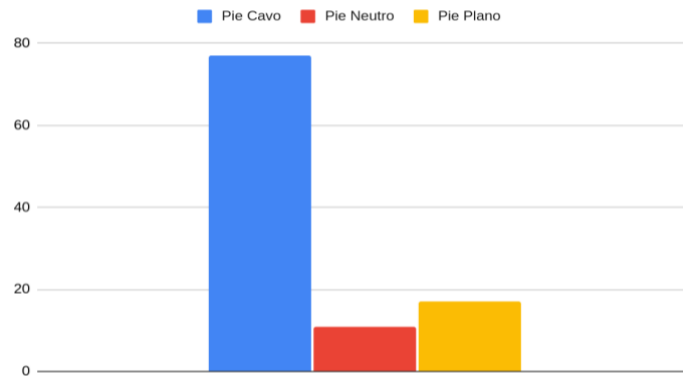


Figura 5. Forma del pie en relación al sexo masculino

Con respecto al tipo de pie 70 participantes presentaron pie cavo, esto corresponde al 66.67%, 20 niños que equivale al 19.04% presentaron pie plano y 15 que equivale al 14.28% presentaron pie normal o neutro. En este indicador se tiene muy marcado el indicador de pie cavo en su mayoría y pie plano en un grupo menor (Figura 5).

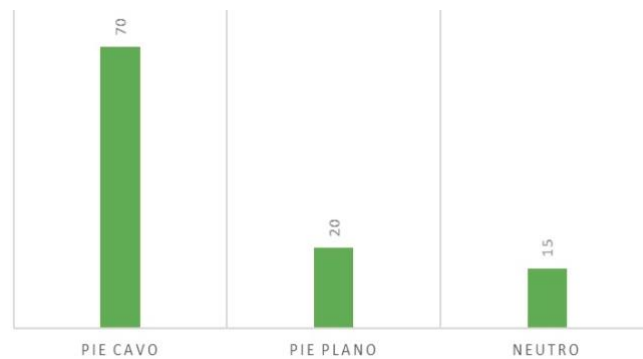


Figura 6. Número de participantes en base al tipo de pie.

Discusión y conclusiones

Los estudios en cuanto al tipo de pie en ciertas zonas del Ecuador son escasos y limitados; es por ello que esta revisión tiene por objetivo identificar la prevalencia del tipo de huella según la edad y el sexo. Los resultados obtenidos muestran la presencia marcada de pie cavo sobre el pie plano, tanto en hombres como en mujeres; esto se ve respaldado por los estudios mencionados anteriormente en este artículo, los cuales mostraron que el pie cavo prevalece en lugares geográficamente similares a Zámboiza.

El tipo de pie neutro muestra porcentajes más bajos que los otros tipos de pie, lo que nos indica que es más frecuente en estas edades de esta zona el pie cavo, y podría estar relacionado en mayor medida con factores como el peso, la actividad física y la edad del paciente.

Al observar resultados similares tanto en el sexo femenino como en el sexo masculino, podemos decir que no hay una relación directa entre el sexo y el tipo de pie, puesto que, en este grupo de estudio, el pie cavo está presente en más del 60% en el grupo de mujeres y en el grupo de hombres.

En cuanto a las edades de 6 a 10 años, se evidencia una tendencia marcada en cuanto al pie cavo sobre el pie plano y pie neutro; y en edades de 5 a 6 años predomina el pie plano, ya que en la primera infancia el pie humano pasa por etapas de maduración morfofuncional. Como fue mencionado anteriormente, los huesos, músculos y ligamentos del pie se fortalecen progresivamente con el fin de formar el arco longitudinal medial.

La identificación de estas variaciones estructurales en los pies es de importancia, ya que aportan información acerca de las posibles consecuencias que esta población puede desarrollar a largo plazo en caso de no recibir medidas correctivas, y que, en base a estudios reportados en esta revisión, las consecuencias que pueden surgir son las siguientes: dolor que puede ser difuso en la zona de los pies, tobillos o piernas, o incluso dolor específico en la planta del pie, que empeora con el movimiento; fatiga en los pies después de estar de pie, caminar o al hacer deporte durante un tiempo prolongado; cambios en la marcha que se evidencian con el desgaste asimétrico del calzado y que a la vez son indicativos de una distribución desigual del peso.

La atención podológica y el análisis de la huella plantar en niños son fundamentales para detectar tempranamente alteraciones en el desarrollo del arco y la biomecánica del pie, las cuales pueden influir en la postura, la marcha y el rendimiento físico a lo largo del crecimiento. Una evaluación oportuna permite identificar condiciones como pie plano o pie cavo que, de no abordarse, podrían generar molestias, compensaciones musculares y futuras complicaciones. Bajo lo expuesto, el seguimiento podológico pediátrico contribuye a la detección temprana de patologías y la orientación a padres o cuidadores sobre el uso adecuado de calzado, hábitos saludables y medidas preventivas, asegurando así un desarrollo locomotor óptimo y reduciendo el riesgo de problemas funcionales en etapas posteriores de la vida.

El estudio realizado sobre el análisis de la huella plantar en niños de 5 a 11 años de la ciudad de Quito evidenció una elevada frecuencia de pie cavo en la mayoría de los grupos de edad evaluados, constituyéndose en una alteración morfológica que requiere atención en el ámbito pediátrico y podológico. Este resultado pone de manifiesto la importancia de entender el proceso de desarrollo del arco plantar en la población infantil local, ya que las características biomecánicas del pie durante la niñez pueden repercutir de manera significativa en la postura, la marcha y la funcionalidad en etapas posteriores de la vida.

De igual forma, el análisis comparativo según el sexo evidenció diferencias poco significativas entre niños y niñas, observándose porcentajes muy similares en la presencia de pie cavo. Esto indica que el sexo no representa un factor predisponente determinante dentro de esta muestra, y que la tendencia identificada podría estar más relacionada con características propias de la población estudiada, así como con posibles factores ambientales o hábitos posturales comunes.

Los hallazgos obtenidos brindan datos relevantes para la implementación de acciones preventivas y de control en etapas tempranas. En este contexto, se sugiere fomentar valoraciones podológicas periódicas dentro del ámbito escolar, así como reforzar programas de educación en salud del pie dirigidos a docentes, padres y cuidadores. Asimismo, resulta fundamental tomar en cuenta esta información para guiar futuras investigaciones que exploren variables asociadas, tales como el tipo de calzado, el nivel de actividad física, los antecedentes familiares y la presencia de alteraciones musculoesqueléticas concomitantes.

En conjunto, la presente investigación amplía el conocimiento sobre el comportamiento del arco plantar en la población infantil de Quito y pone de relieve la necesidad de establecer medidas de control y promoción de la salud podológica desde

etapas tempranas. Esto permitirá favorecer un desarrollo adecuado del pie y disminuir el riesgo de futuras alteraciones biomecánicas a largo plazo.

Agradecimientos

Las autoras agradecen al MSc. David Córdova del Instituto Superior Tecnológico Universitario Libertad por su orientación en el desarrollo del presente trabajo.

Conflicto de intereses

Las autoras declaran que no tienen ningún conflicto de intereses, personal o financiero, que pudiera haber influido de manera inapropiada en la ejecución, diseño, presentación o interpretación de los resultados de esta investigación.

Referencias

1. Gómez Ríos Y, Londoño Y, Vallejo Osorio AN, Fuentes García JP, Poblete Valderrama F, Matus Castillo C, et al. Huella plantar y posturometría en estudiantes de Educación Física en edad escolar. *Retos Nuevas Tend En Educ Física Deporte Recreación*. 2023;(49):408-13.
2. Štefan L, Kasović M, Zvonar M. Association between the levels of physical activity and plantar pressure in 6-14-year-old children. *PeerJ*. 2020;8:e8551. doi:10.7717/peerj.8551 PubMed PMID: 32095366; PubMed Central PMCID: PMC7025699.
3. Motoche Santos VM, Nuñez Sánchez BL, Guaña Tarco LV, Yartú Couceiro R, Oleas López AE. Alteraciones de la huella plantar en preescolares del Centro Infantil del Buen Vivir "Francisco Chiriboga". *Eugenio Espejo*. 2019;13(1 (Ene-jun)):45-52.
4. Mosquera Flores MB, Maldonado Castillo SO. Tipo de huella plantar en los escolares de 10 a 15 años de edad de la Escuela de Educación Básica Ignacio Escandón-Cuenca, período septiembre 2022-febrero 2023 [Internet]. 4 de abril de 2023 [citado 26 de marzo de 2026]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/41593>
5. Moran KSP, Ramirez ASA, Caicedo SEV, Grijalva IOG, Lajones AEB. Análisis de Alteraciones Posturales y Huella Plantar en Escolares. *Cienc Lat Rev Científica Multidiscip*. 22 de septiembre de 2025;9(4):9426-39. doi:10.37811/cl_rcm.v9i4.19503
6. Baranowska A, Sierakowska M, Owczarczuk A, Olejnik BJ, Lankau A, Baranowski P. An Analysis of the Risk Factors for Postural Defects among Early School-Aged Children. *J Clin Med*. 11 de julio de 2023;12(14):4621. doi:10.3390/jcm12144621 PubMed PMID: 37510735; PubMed Central PMCID: PMC10380383.
7. Wang Y, Jiang H, Yu L, Gao Z, Liu W, Mei Q, et al. Understanding the Role of Children's Footwear on Children's Feet and Gait Development: A Systematic Scoping Review. *Healthcare*. 13 de mayo de 2023;11(10):1418. doi:10.3390/healthcare11101418 PubMed PMID: 37239704; PubMed Central PMCID: PMC10218108.

8. GarcÃ-a-DomÃ-nguez J de D, DÃ-az-Lima M. Flexible flatfoot in the childhood: negative influence of inappropriate footwear. *Rev Médica Electrónica*. 1 de marzo de 2023;45(2):e4671-e4671.
9. Martín-Casado L, Palomo-Fernández I, Aldana-Caballero A, Baltasar-Fernandez I, Marcos-Tejedor F. High Rate of Change of the Foot in Ecuadorian Children: The Need for Proper Shoe Design. *Children*. 20 de junio de 2024;11(6):749. doi:10.3390/children11060749 PubMed PMID: 38929328; PubMed Central PMCID: PMC11201716.
10. Ramos-Frutos JA, Miguel-Andrés I, León-Rodríguez M, Ortiz-Lango LA, Orozco-Villaseñor SL, Vidal-Lesso A, et al. Type of Feet in a Mexican Population: Analysis of the Footprint Morphology and Literature Review. *Rev Mex Ing Bioméd*. agosto de 2023;44(2). doi:10.17488/rmib.44.2.1
11. Obesidades en la infancia | Pediatría integral [Internet]. 6 de julio de 2020 [citado 26 de marzo de 2026]. Disponible en: <https://www.pediatriaintegral.es/publicacion-2020-06/obesidades-en-la-infancia/>
12. Abich Y, Mihiret T, Akalu TY, Gashaw M, Janakiraman B. Flatfoot and associated factors among Ethiopian school children aged 11 to 15 years: A school-based study. *PLOS ONE*. 25 de agosto de 2020;15(8):e0238001. doi:10.1371/journal.pone.0238001
13. Seaman TJ, Ball TA. Pes Cavus. En: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2026 [citado 26 de marzo de 2026]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK556016/> PubMed PMID: 32310476.
14. Burbano Peñafiel PA, Viteri Zapata SG. Análisis del apoyo plantar estático en niños escolares de 7-8 años de edad y su correlación con la postura, índice cintura-cadera y actividad física [bachelorThesis] [Internet]. Quito: Universidad de las Américas, 2018; 2018 [citado 26 de marzo de 2026]. Disponible en: <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/9896>
15. Martín-Casado L, Palomo-Fernández I, Aldana-Caballero A, Baltasar-Fernandez I, Marcos-Tejedor F. High Rate of Change of the Foot in Ecuadorian Children: The Need for Proper Shoe Design. *Children*. junio de 2024;11(6):749. doi:10.3390/children11060749