
Adecuación de la alimentación en escaladores: consumo de energía y nutrientes Revisión sistemática.

Modalidad **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

Trabajo Final de Máster

*Máster de Alimentación en la Actividad Física y el
Deporte*

Autor/a: Pablo Díaz Matías
Tutor/a del TFM: José de Jesús Lara Gallegos

Abril – Junio de 2022



Reconocimiento

<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/es/deed.es>

©opyright Reservados todos los derechos. Está prohibida la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la impresión, la reprografía, el microfilm, el tratamiento informático o cualquier otro sistema, así como la distribución de ejemplares mediante alquiler y préstamo, sin la autorización escrita del autor o de los límites que autorice la Ley de Propiedad Intelectual.

Índice

Resumen.	4
Abstract	5
1. Introducción	6
1.1. Escalada deportiva	6
1.2. Fisiología de competición	7
1.3. Aspectos psicológicos	8
1.4. Nutrición y escalada deportiva	9
2. Objetivos	11
3. Metodología	12
3.1. Estrategia de búsqueda	12
3.2. Criterios de la búsqueda	12
3.3. Recopilación y análisis de datos	14
4. Resultados	15
4.1. Distribución geográfica	18
4.2. Nutrición y escalada	18
4.2.1. Consumo energético	18
4.2.2. Macro y micronutrientes	19
4.2.3. Hábitos alimentarios	23
4.2.4. Suplementación	25
5. Discusión	26
6. Aplicabilidad y nuevas líneas de investigación	30
6.1. Diseño y tipo de estudio o intervención	30
6.2. Población diana	30
6.3. Sistema de recogida de datos	31
6.4. Variables del estudio	31
6.5. Estrategia de análisis de datos	31
6.6. Consideraciones éticas	31
7. Conclusiones	32
8. Bibliografía	33

Resumen.

Introducción: La escalada deportiva es un deporte en auge en todo el mundo que reúne características fisiológicas y psicológicas únicas en donde la fuerza y resistencia de tronco superior, así como la ratio peso-fuerza es muy importante. Esto crea demandas a nivel nutricional que aún no se han estudiado.

Objetivo: El objetivo es conocer cómo se adecúa la dieta de los escaladores a sus requerimientos nutricionales para sintetizar las deficiencias más comunes y emplear este conocimiento en planes o guías nutricionales especializados

Metodología: Se lleva a cabo una revisión sistemática de estudios de nutrición deportiva y escalada en varias bases de datos. Atendiendo a los criterios de inclusión y exclusión, 8 estudios son seleccionados para la realización de la revisión.

Resultados: 1095 escaladores son evaluados nutricionalmente entre los que encontramos una gran prevalencia de deficiencia energética relativa, con restricciones en el consumo de hidratos de carbono, especialmente entre los deportistas con más nivel de escalada. La vitamina D, E, hierro, magnesio y potasio son las deficiencias en micronutrientes más repetidas. Los hábitos de suplementación no responden a las deficiencias más comunes.

Conclusiones: Una serie de deficiencias se repite entre los escaladores de forma sistemática, por lo que podrían beneficiarse del consejo nutricional de un profesional de la nutrición y la salud para mejorar el rendimiento y prevenir lesiones a partir de un hábito alimentario: dieta equilibrada, adaptada, suficiente y variada; y de suplementación adecuados.

Palabras clave

Nutrición, escalada deportiva, evaluación dietética, déficit energético relativo

Abstract

Introduction: Sport climbing is an incipient sport worldwide that brings together unique physiological and psychological characteristics where the strength and endurance of the upper trunk, as well as the strength to weight ratio is very important. These evidences create demands at a nutritional level that have not been studied yet

Objective: The objective is to assess climbers diet and check if it is adapted to their nutritional requirements to synthesize the most common deficiencies and use this knowledge in specialized nutritional guides

Methodology: A systematic review of nutrition and sport climbing is carried out in various databases. Base don the inclusión and exclusión criterio, 8 studies are selected for the review.

Results: 1095 climbers are evaluated nutritionally, among whom we find a high prevalence of relative energy deficiency, with restrictions in the consumption of carbohydrates, especially among athletes with a higher level of climbing. Vitamin D, E, iron, magnesium, and potassium are the most frequent micronutrient deficiencies. Supplementation habits, however, do not respond to the most common deficiencies.

Conclusions: A series of deficiencies is systematically repeated among climbers, so they could benefit from the nutritional advice of a nutrition and health professional to improve performance and prevent injuries from an eating habit: balanced diet, adapted, sufficient and varied; and adequate supplementation.

Key words

Nutrition, sport climbing, dietary assessment, relative energy deficiency

1. Introducción

La escalada, especialmente la modalidad deportiva está en auge en todo el mundo, también en nuestro país. Según algunas fuentes, el número de licencias deportivas de la Federación Española de Montaña ha ido en aumento desde las 139000 en 2010, hasta las 248000 en 2019 (1). Esto supone un incremento de casi un 90% en 10 años, datos que concuerdan mucho con los recogidos por la revista CMDSport (2) que, tras un recuento de los rocódromos en 2021, establece que hay 202 en España, un 25% más que en 2018. Pero este crecimiento también se está produciendo en todo el mundo: el número de rocódromos ha crecido un 10- 27% en Alemania, un 6 – 24% en Francia y un 6 – 13% en EE. UU. por año en los últimos 10 años según la plataforma ISPO. Tokio 2020 supuso un antes y un después con la introducción de la escalada en unos JJOO por primera vez en la historia, y tendrá impacto en los años venideros con un crecimiento incluso mayor.

Los factores que explican el rápido crecimiento de este deporte incluyen el desarrollo y la innovación en el equipamiento, cada vez más técnico y seguro; y el deseo de los escaladores de llevar a cabo ascensiones más difíciles, que implican un entrenamiento y planificación previa para poder llevarlos a cabo (3). Debido a estos sucesos, se están realizando algunos estudios para elucidar algunas de las claves de la disciplina, que incluye peculiaridades a nivel fisiológico, psicológico y nutricional

1.1. Escalada deportiva

Para entender un poco mejor el deporte, la escalada puede clasificarse de diversas maneras (4):

- En función del medio
 - o Escalada en interior, rocódromos
 - o Escalada en exterior
- Según la composición de la pared
 - o Bloque: paredes pequeñas de entre 3 - 4m
 - o Vía: paredes de 8 - 40m
 - o Multilargo: paredes largas que enlazan varias vías y requieren de dos escaladores para progresar por la pared
 - o Escalada en hielo
 - o Escalada mixta: hielo y roca
 - o Psicobloc: escalada en roca sobre agua sin material de seguridad
- Según la filosofía del ascenso

- Escalada clásica: el escalador progresa por una vía desequipada y va instalando él mismo sus propios seguros en puentes de roca, árboles, o mediante el uso de material ("*friends, fisureros, clavos*") en los agujeros o grietas de la roca
- Escalada deportiva: consiste en progresar por la roca con seguros que previamente han sido instalados
- Escalada artificial: consiste en progresar por la pared aprovechando cualquier material o utensilio de ayuda
- Escalada libre: consiste en progresar por la roca sólo con el uso de manos y pies, sin la ayuda de ningún material para la progresión, sólo para la seguridad en caso de caída
- Solo integral: consiste en ascender por la vía sin el uso de ningún equipamiento, ni para la ayuda en la progresión, ni para la seguridad

Del concepto de escalada libre, nacen las tres modalidades deportivas de competición actuales (5):

- Bloque: se trata de una pared pequeña (4m) en donde a través de una secuencia de movimientos corta, pero exigente a nivel físico, se consigue el ascenso. Se utilizan colchonetas o "crashpad" en el suelo para amortiguar la caída como medida de seguridad
- Dificultad: se trata de una pared más grande (20m) en donde la secuencia de movimientos es menos exigente pero más sostenida en el tiempo. Se utiliza arnés y cuerda como medidas de seguridad
- Velocidad: se trata de ascender lo más rápido posible sobre una pared preestablecida de rocódromo. Es la única modalidad que sólo se realiza en interior. Se utiliza un autoseguro como medida de velocidad.

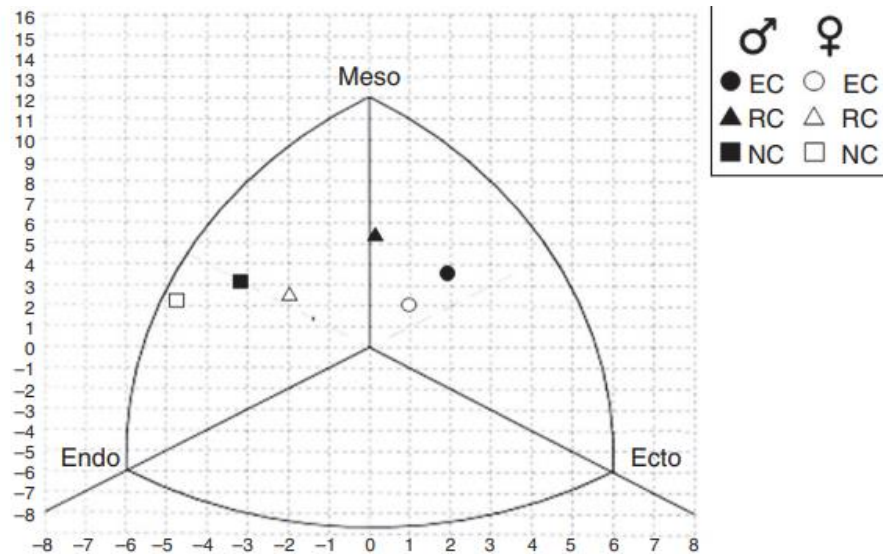
1.2. Fisiología de competición

Cada una de estas modalidades tiene particularidades que afectan a la fisiología de los escaladores, aunque también reúnen muchas similitudes entre ellas debido a que las adaptaciones generadas para el aumento del rendimiento se encaminan hacia aumentar la resistencia y aumentar la fuerza en el plano vertical

- Antropometría: el somatotipo es algo variable entre meso y ectomorfo. A pesar de no haber mucho consenso, de forma general siempre se ha relacionado al escalador con una altura y masa total baja, especialmente la masa grasa (6), lo

cual supone una ventaja para que la fuerza absoluta necesaria para mover todo el cuerpo sea menor (7)

Ilustración 1. Somatotipo en escaladores. EC (elite climbers), RC (recreational climbers) y NC (non-climbers). El somatotipo en el escalador de élite tiende a ser ecto-mesoformo, y tiende a la endomorfia en los no escaladores.



Extraído de Novoa-Vignau et al., 2017 (8)

- Fuerza y resistencia muscular: el ratio de fuerza de dedos, antebrazos y hombros es muy grande en relación con el peso total cuando se compara con la población general (7) o entre escaladores de elite y amateur (9). Asimismo, se ha asociado una mayor resistencia, o tiempo que se permanece en la pared, como factor determinante para un mayor rendimiento deportivo (10)
- Metabolismo: Se utilizan ambos sistemas de obtención de energía, aeróbico y anaeróbico, siendo más predominante este último en comparación con otros deportistas con composiciones corporales similares, generalmente deportes de ultrarresistencia (11).

1.3. Aspectos psicológicos

Por otro lado, el rendimiento de la actividad depende de factores psicológicos que, de la misma manera que los fisiológicos se pueden mejorar a través de entrenamiento específico. Estos incluyen aspectos motivacionales como autoconfianza y autoeficiencia, o la motivación; procesos psicológicos propios de la escalada como la anticipación, concentración, memorización y visualización; y mecanismos emocionales como la percepción del riesgo y su manejo, o el estrés (12) (13)

1.4. Nutrición y escalada deportiva

Para finalizar, la escalada agrupa una serie de necesidades nutricionales específicas que difieren de otros deportes sustancialmente. El ratio fuerza-peso es un indicador de suma relevancia en la escalada, por lo que existe cierta tendencia hacia una reducción del consumo energético dietético para disminuir el peso y aumentar ese ratio (14) con el consiguiente riesgo de aparición de trastornos alimenticios, especialmente entre las escaladoras y en niveles avanzados/elite (15). Este factor de control del peso, como en otras disciplinas en las que también es importante, puede acarrear deficiencias nutricionales importantes.

No existen guías con recomendaciones nutricionales específicas para este grupo de deportistas puesto que las academias y organismos internacionales no se han posicionado debido a la corta trayectoria de este deporte emergente. Sin embargo, a raíz de los estudios y las investigaciones realizadas en deportes con demandas fisiológicas similares, se han establecido unas recomendaciones generales que se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 1. Recomendaciones nutricionales generales de escaladores deportivos

Energía	De acuerdo con los estudios, se calcula un gasto de entre 10 – 11 kcal/min de escalada (16,17)
Hidratos de carbono	La escalada deportiva no cuenta con un gasto tan grande de hidratos de carbono como los deportes de ultrarresistencia variando entre los 3 – 7 g/kg con un extra de 20 – 30g/h durante las sesiones de actividad (16)
Proteínas	Estudios generales sugieren un consumo de entre 1,3 – 1,7 g/kg para atletas, siendo mayor cuando la carga del entrenamiento de fuerza es mayor (18). Sin embargo, requerimientos mayores, de hasta 1,8 – 2,0 g/kg de proteínas son necesarios durante restricciones calóricas en la dieta si se quiere mantener la masa magra (19)
Grasas	Se recomienda un consumo de 25-30% del gasto calórico total para mantener el funcionamiento hormonal normal
Micronutrientes	Las necesidades se encuentran aumentadas . Especial atención al hierro si se escala en altitud, la vitamina D por su función en el

	músculo esquelético y la fuerza, las vitaminas del grupo B por su función en el metabolismo de los hidratos de carbono y la función neuromuscular; y el zinc y el magnesio por su papel en el metabolismo energético.
Hidratación	Se recomienda el consumo de 250mL/h de bebida para deportistas.

Adaptada a partir de Michael et al., 2019 (16)

Sin embargo, la nutrición en esta modalidad deportiva no ha sido evaluada y revisada para establecer como se adecúa la alimentación de los escaladores a sus necesidades y cuáles son las deficiencias más comunes.

En base a la evidencia presentada y los distintos factores que afectan al rendimiento de los escaladores, esta revisión sistemática tiene el objetivo de examinar y sintetizar la evidencia disponible sobre nutrición en escalada deportiva para ver cómo se adecúa a las necesidades fisiológicas para un óptimo rendimiento deportivo.

Las revisiones sistemáticas son un tipo de estudio en el cual se analizan y resumen los resultados obtenidos en estudios de intervención que se han realizado con individuos alrededor de un tópico determinado (20). Siguen una metodología establecida para evaluar la evidencia científica basado en la estandarización y reducción de sesgos. El resultado es una conclusión férrea basada en la síntesis o resumen de las intervenciones realizadas hasta la fecha (21). Son de gran ayuda en la toma de decisiones en el área clínica (22) y utilizados por organizaciones como la OMS, entre otras, para el desarrollo de guías para la población general

2. Objetivos

Algunas de las cuestiones investigables alrededor del mundo de la escalada son:

¿Cuál es la evidencia sobre el perfil nutricional de los escaladores en Europa y en el resto del mundo?

¿Cumplen, de manera general, con las recomendaciones de consumo para atletas de hidratos de carbono, lípidos y proteínas, así como su proporción respecto al consumo energético general?

¿Cuáles son las deficiencias más repetidas entre los escaladores a nivel nutricional?

¿Hay diferencias en el perfil nutricional entre hombres y mujeres que escalan? ¿Y entre escaladores a nivel aficionado y escaladores expertos o de élite?

A raíz de estas cuestiones, el objetivo principal de la presente revisión sistemática consiste en elucidar o dar respuesta a si los escaladores siguen los principios de alimentación saludable y cuáles son las deficiencias más comunes en escalada deportiva

Los objetivos específicos:

- Evaluar la evidencia científica en materia de nutrición y escalada a partir de sujetos que practiquen escalada deportiva
- Descubrir si la dieta es equilibrada y responde a las necesidades de los escaladores a través del análisis en la proporción de hidratos de carbono, grasas y proteínas, el consumo energético total y los diferentes micronutrientes
- Sintetizar las deficiencias más comunes por la aplicabilidad de este conocimiento en planes nutricionales para esta modalidad deportiva
- Comprobar si existen diferencias entre el perfil nutricional de escaladores hombre y mujeres
- Evaluar las diferencias nutricionales de los escaladores según el nivel de escalada adquirido

3. Metodología

Se adoptaron las recomendaciones de Cochrane para la realización de la revisión sistemática (23), así como las recomendaciones del modelo PRISMA para su reporte (24)

3.1. Estrategia de búsqueda

Se realizó una búsqueda entre el 15 – 22 de abril de 2022 de la literatura contenida en las bases de datos con más información en el área de la salud, nutrición y deporte, pero también bases de datos generales con el fin de llegar al máximo número de estudios, y bases de datos con más contenido científico en escalada. Estas fueron:

- Pubmed <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>
- Google Académico <https://scholar.google.es/schhp?hl=es>
- ResearchGate <https://www.researchgate.net/>
- Biblioteca UOC <https://biblioteca.uoc.edu/es/>

3.2. Criterios de la búsqueda

Las búsquedas se realizaron incluyendo las siguientes palabras clave con diferentes combinaciones para conseguir el mayor número de resultados: *sport climbing, climber, dietary assessment, diet composition, energy, macronutrients*

Los diferentes algoritmos utilizados en la búsqueda se han utilizado para las tres bases de datos y son los siguientes:

Tabla 2. Algoritmos de búsqueda en las bases de datos y registro de resultados obtenidos

	Algoritmo de palabras clave	Artículos recuperados	Fecha consulta
Pubmed			
1	“Sport climbing” AND “dietary assessment”	5	15 abril 2022
2	“climber” AND “diet composition”	6	
3	“Sport climbing” AND “energy” AND “macronutrients”	4	
Google Académico			
4	“Sport climbing” AND “dietary assessment”	17	18 abril 2022
5	“climber” AND “diet composition”	7	
6	“Sport climbing” AND “energy” AND “macronutrients”	13	

Biblioteca UOC			
7	“Sport climbing” AND “dietary assessment”	4	19 abril 2022
8	“climber” AND “diet composition”	4	
9	“Sport climbing” AND “energy” AND “macronutrients”	5	
Research Gate			
10	“Sport climbing” AND “dietary assessment”	11	21 abril 2022
11	“climber” AND “diet composition”	8	
12	“Sport climbing” AND “energy” AND “macronutrients”	10	
Total de artículos recuperados		n=94	

Criterios de inclusión de los estudios para los resultados

- Estudios transversales que evaluaban la alimentación de escaladores
- Estudios con escaladores adultos (>18 años)
- Estudios llevados a cabo en ambos géneros: hombres y mujeres
- Estudios llevados a cabo sobre cualquier nacionalidad/etnia en los participantes
- Publicaciones de los últimos 20 años (2002-2022)
- Publicaciones en inglés y/o español

Criterios de exclusión

- Estudios con cualquier otro deporte que no sea la escalada en alguna de sus modalidades deportivas
- Estudios con menores (<18 años)
- Publicaciones anteriores al 2000
- Publicaciones en cualquier otro idioma que no sea inglés o español
- Publicaciones con conflictos de interés

Se lleva a cabo un proceso de selección de artículos que empieza con una lectura crítica del título y resumen del estudio

Los estudios que se incluyeron en una primera revisión por su título y resumen se volvieron a evaluar para una segunda revisión de lectura crítica en busca de datos que incluyan o consumo energético y/o ingesta de macro y micronutrientes, así como otras formas de evaluar la calidad de la dieta (grupos de alimentos, uso de suplementos...) recogidos a través de cuestionarios o recuerdos dietéticos en escaladores. Posteriormente, se seleccionaron los estudios que cumplían todos los criterios de inclusión

3.3. Recopilación y análisis de datos

Para medir la adecuación de la dieta de los estudios que recogen datos de escaladores, compararemos el consumo energético, de macronutrientes (hidratos de carbono, lípidos y proteínas) y micronutrientes con los consumos recomendados estimados en la introducción en base a la literatura disponible sobre escaladores y las recomendaciones generales para los atletas.

Se construyeron gráficos y tablas de evidencia para la presentación de los datos recogidos:

Nº	Tablas	Nº	Ilustraciones
3	<i>Descripción general de los estudios incluidos en el análisis cualitativo</i>	2	<i>Diagrama PRISMA de selección de artículos</i>
4	<i>Consumo de macronutrientes y energía. Proporciones</i>	3	<i>Distribución geográfica de las investigaciones</i>
5	<i>Macronutrientes y energía por género</i>	4	<i>Proporción de energía consumida respecto al total requerido</i>
6	<i>Micronutrientes</i>	5	<i>Proporción de macronutrientes vs recomendaciones</i>
7	<i>Hábitos alimentarios</i>	6	<i>Prevalencia de vegetarianismo en escalada</i>
		7	<i>Hábitos de suplementación en escaladores</i>

4. Resultados

Se recopila información nutricional de un total de 8 estudios, de 6 nacionalidades distintas. Un total de 1095 escaladores son evaluados nutricionalmente, 385 mujeres y 710 hombres. En todos ellos se lleva a cabo un registro dietético de al menos 3 días de duración, siendo en algunos de 5 o de 7 días, incluyendo unas instrucciones detalladas para su reporte o pesada de alimentos para una mayor precisión, excepto en el estudio de *Peoples et al., 2021*, que se lleva a cabo una encuesta online para reportar los hábitos alimentarios. El análisis de los nutrientes de la dieta se lleva a cabo por Software especializado como “*ESHA Food Processor, Nutritics Software o DIAL®*”. La *Tabla 3* recopila esta información de una manera más detallada de cada uno de los 8 estudios.

El proceso de selección de estos estudios explicado en el apartado de metodología se resume en el siguiente diagrama

Ilustración 2. Diagrama de selección de artículos

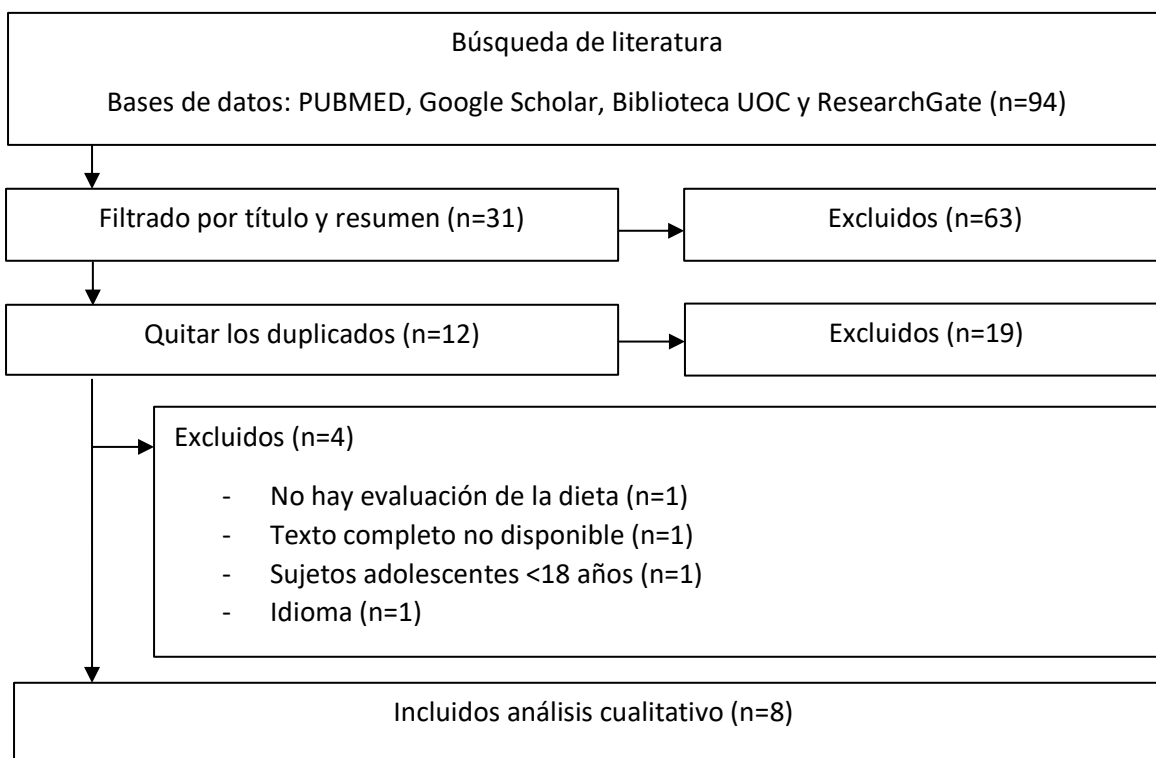


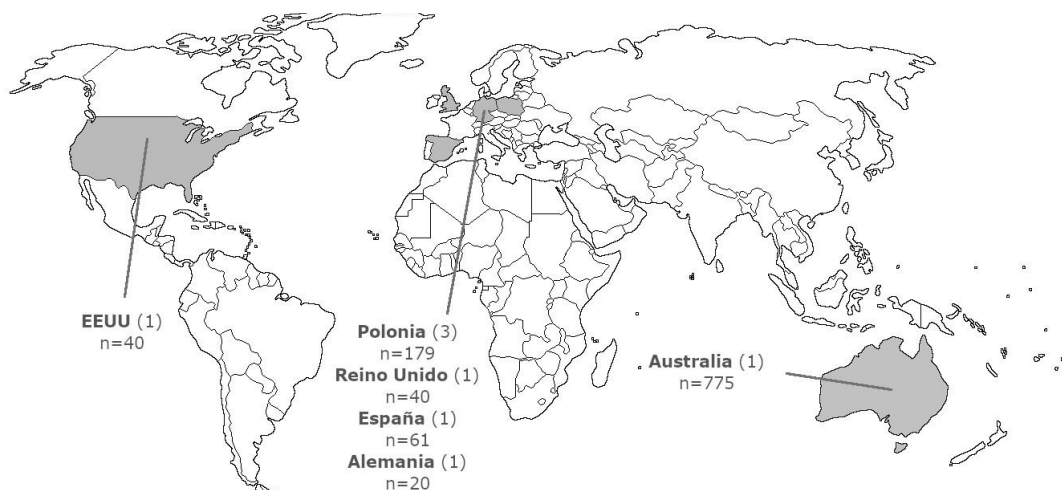
Tabla 3. Descripción general de los estudios incluidos en el análisis cualitativo

	País de origen	Sujetos (n=)	Características	Metodología	Resultados
(Neufeld y Meyers, 2018)(25)	EEUU	n=40 Mujeres: 25 Hombres: 15	Escalada deportiva en roca	Recordatorio dietético de 3 días consecutivos Cálculo de sus necesidades por antropometría y comparación con las ingestas	Ambos géneros presentan deficiencias respecto a las ingestas recomendadas, aunque en diferentes nutrientes
(Pyszczek et al.,2019)(26)	Polonia	n=101 Mujeres: 36 Hombres: 65	Escaladores deportivos principiantes y avanzados	Recordatorio dietético de 3 días consecutivos vía email con notas aclaratorias para medir cantidades. Se analiza el menú con “ESHA Food Processor program” y se compara el consumo de nutrientes por nivel de escalada y género	El estudio arroja resultados de diferentes consumos de energía, macro y micronutrientes por sexo y por nivel de escalada. En general hay un consumo bajo de energía, hidratos de carbono y proteínas.
(Gibson-Smith et al., 2020)(27)	Reino Unido	n=40 Mujeres: 20 Hombres: 20	Escalada deportiva en escaladores experimentados	Cuestionario sobre escalada Diario nutricional de 3 días no consecutivos con pesada de alimentos, líquidos y suplementos. Evaluación por Nutritics Software Toma de muestra de sangre para determinar hierro, así como pliegues para la antropometría por un técnico ISAK nivel 1 Estadística con software SPSS	Los resultados comparan consumos de macronutrientes y hierro por tipo de dieta: omnívora/vegetariana, así como por nivel de escalada. De forma general, hay un consumo bajo de hidratos de carbono y hierro, especialmente entre las mujeres escaladoras
(Sas-Nowosielski y Judyta, 2019)(28)	Polonia	n=23 Mujeres: 10 Hombres: 13	Escaladores avanzados según Draper et al (2011)	Diario nutricional de 7 días consecutivos, previa instrucción para cuantificar y reportar los alimentos en el diario.	Analiza la diferencia en el consumo de macronutrientes por género, así como los suplementos más consumidos

				Evaluación por las tablas de referencia publicadas por el Instituto Polaco de Alimentos y Nutrición	
(Úbeda et al., 2021)(29)	España	n=61 Mujeres: 17 Hombres: 44	Escaladores intermedios, avanzados y élite según la escala IRCRA	Diario nutricional de 3 días no consecutivos (1 de escalada en rocódromo, otro de escalada en roca, y el último de descanso) Evaluación por software de análisis de nutrientes (DIAL®). Antropometría por un técnico ISAK (nivel 3) Se comparan los resultados con el valor de sus necesidades, calculado para cada escalador	Los resultados muestran las diferencias en el consumo de macro y micronutrientes por género, por nivel de escalada, y por días de escalada y de descanso
(Przeliorz y Regulska-Illow, 2022) (30)	Polonia	n= 55 Mujeres: 26 Hombres: 29	Escaladores deportivos intermedios, avanzados y elite según la escala IRCRA	Cuestionario sobre hábitos alimentarios, nivel de escalada Diario dietético de 3 días con fotos de las porciones ingeridas para más precisión. Evaluación con ESHA Food Processor Tasa metabólica basal medida por calorimetría indirecta (Cosmed Fitmate GS instrument)	Entre los resultados encontramos el consumo medio de macronutrientes por género. Consumo de antioxidantes de la dieta por nivel de escalada también es evaluado
(Kemmler et al., 2006) (31)	Alemania	n=20 Mujeres: 0 Hombres: 20	Escaladores deportivos de élite	Cuestionario inicial con comportamiento nutricional, actividad física y nivel de escalada y riesgo de osteoporosis Diario nutricional de 5 días con instrucciones previas. Evaluación de los nutrientes con Prodi-4.5/03 Expert software	Resultados del consumo de micronutrientes entre escaladores en comparación con controles Datos de la densidad de la masa ósea entre escaladores y controles
(Peoples et al., 2021) (32)	Australia	n=775 Mujeres: 251 Hombres: 522	Escaladores deportivos nivel: intermedio, avanzado y élite	Encuesta global (SurveyMonkeys™) en inglés de Junio-Octubre 2017. Distribuida por redes sociales y rocódromos Se dividieron según la escala IRCRA en escaladores intermedios, avanzados y élite	Hábitos dietéticos de los escaladores por nivel de escalada. Resultados de la importancia de la nutrición para el rendimiento en escaladores por nivel de escalada Consumo de suplementos y tipo por nivel de escalada

4.1. Distribución geográfica

Ilustración 3. Distribución geográfica de las investigaciones



En la Ilustración 3 observamos la distribución geográfica de los resultados obtenidos en la búsqueda bibliográfica. Del total de estudios, 6 se localizan en Europa, siendo Polonia el país que aporta más estudios, un total de 3. Los otros dos estudios se han llevado a cabo desde EEUU y Australia. Este último, el que cuenta con un tamaño muestral mayor, cuenta con participantes también de Reino Unido, EEUU, y otras partes del mundo debido a su metodología de recopilación de datos

4.2. Nutrición y escalada

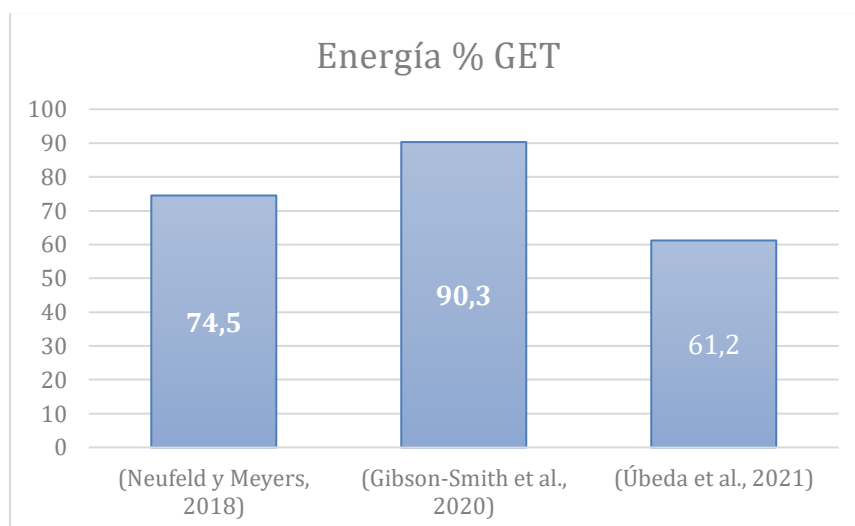
Los resultados en nutrición son diversos, contamos con información sobre hábitos alimentarios, consumo energético, de macronutrientes y micronutrientes, en ocasiones divididos por género y por nivel de escalada, así como hábitos de suplementación.

4.2.1. Consumo energético

En cuanto a la cantidad de energía consumida, todos los estudios nos muestran la media de consumo, pero solo 3 muestran la proporción de energía con respecto a los requerimientos totales, que fueron estimados a través del cálculo del gasto metabólico basal, multiplicado por un factor de actividad física. Esta estimación se llevó a cabo de dos formas: una menos específica generalizando para todo el grupo de escaladores teniendo en cuenta un plan de entrenamiento de intensidad moderada en dos estudios (25,27), y de forma individual y personalizada teniendo en cuenta la actividad física y cotidiana de cada escalador en uno de los estudios (29). Los resultados se reflejan en la *Ilustración 4*. En estos, el total de energía

consumida media representaba el 74,5%, 90.3% y 61.2% de los requerimientos nutricionales medios calculados.

Ilustración 4. Proporción de energía media consumida respecto al total requerido



4.2.2. Macro y micronutrientes

Tabla 4. Consumo de macronutrientes y energía. Proporciones

	MACRONUTRIENTES Y ENERGÍA MEDIOS						
	Hidratos de carbono		Proteínas		Grasas		Energía
	(g/kg) (x+SD)	% CET	(g/kg) (x+SD)	% CET	(g/kg) (x+SD)	% CET	(kcal) (x+SD)
(Neufeld y Meyers, 2018)	3.93±1.2	51	1.3±0.36	17	1.10±0.32	32	2001.5±507.9
(Pyszczek et al., 2019)	4.57±1.28	50.6	1.49±0.46	17.5	1.35±0.5	31.9	2274.8±525.5
(Gibson-Smith et al., 2020)	3.75±0.95	44.7	1.6±0.5	18.8	1.35±0.35	36.5	2154.6±414
(Sas-Nowosielski y Judyta, 2019)	3.93±0.89	48.6	1.47±0.57	17.8	1.22±0.32	33.6	2075±422.5
(Úbeda et al., 2021)	3.24±0.92	44.5	1.36±0.4	18.6	1.29±0.36	36.9	-
(Przeliorz y Regulskallow, 2022)	3.65±1.0	48.2	1.36±0.32	17.4	1.16±0.26	34.4	2019.6±428.2
(Kemmler et al., 2006)	-	54	-	13	-	29	-

CET: consumo energético total o total de energía consumida; GET: gasto energético total

Tabla 5. Consumo de macronutrientes y energía por género

MACRONUTRIENTES Y ENERGÍA POR GÉNERO					
		Hidratos de carbono (x±SD)	Proteínas (x±SD)	Grasas (x±SD)	Energía (x±SD)
(Neufeld y Meyers, 2018)	M	240.8±79.6 vs 330g totales	77.1±24 vs 135g totales	68±19 vs 60g totales	GEE: 2400 1878.1±542.9kcal
	H	270±76.5 vs 413g totales	91.5±23 vs 169g totales	75.4±22 vs 75g totales	GEE: 3000 2124.8±472.3kcal
(Pyszczek et al., 2019)	M	262.8±59g totales 4.65±1.3g/kg	73±17.5g totales 1.3±0.36g/kg	71.5±20.6g totales 1.25±0.45g/kg	BMR: 1304±345 1918±402.9kcal
	H	322±84g totales 4.5±1.25g/kg	118.25g totales 1.67±0.55g/kg	104.2±41.5g totales 1.44±0.55g/kg	BMR: 1844±255 2631.6±648kcal
(Gibson-Smith et al., 2020)	M	220.5±46.3g totales 3.8±0.9g/kg	92.6±29.6g totales 1.6±0.5g/kg	84.0±18.9g totales 1.4±0.3g/kg	BMR: 1486.3±90 GEE: 2130.2 2038.8±266.7kcal
	H	251.7±61.1g totales 3.7±1.0g/kg	109.5±34.8g totales 1.6±0.5g/kg	90.9±29.6g totales 1.3±0.4g/kg	BMR: 1842±100 GEE: 2640.1±143.5 2270.4±562kcal
(Sas-Nowosielski y Judyta, 2019)	M	3.66±0.67g/kg	1.34±0.17g/kg	1.23±0.29g/kg	1734±328kcal 31.4±7.7kcal/kg
	H	4.19±1.10g/kg	1.59±0.40g/kg	1.21±0.35g/kg	2337±517kcal 34.8±8.3kcal/kg
(Úbeda et al., 2021)	M	62.3±21.5 % GEE	79.4±22.9 % GEE	38.4±8.0 % GET	62.3±21.5 % GEE
	H	53.8±16.1 % GEE	80.2±24.9 % GEE	36.4±6.2 % GET	59.3±12.1 % GEE
(Przeliorz y Regulska-Ilow, 2022)	M	3.92±1.06g/kg	1.39±0.34g/kg	1.13±0.24 g/kg	1785.4±395.3kcal 30.4±6.73kcal/kg
	H	3.37±0.94g/kg	1.33±0.30g/kg	1.19±0.28g/kg	2388.8±461kcal 32.8±6.33kcal/kg

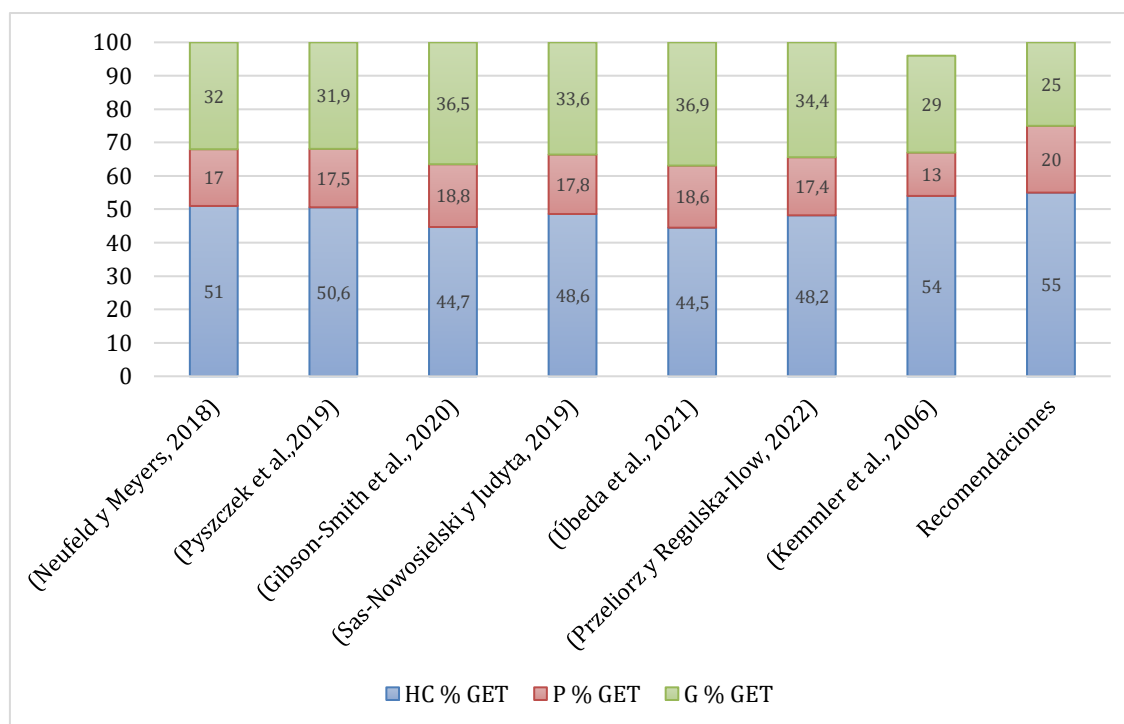
M: mujer, H: hombre, BMR (basal metabolic rate): gasto energético basal, GEE: gasto energético estimado, GET: gasto energético total

Tabla 6. Micronutrientes deficitarios por género y relación con el nivel de escalada

MICRONUTRIENTES			
Estudios	Micronutrientes evaluados	Método de evaluación	Resultados
(Neufeld y Meyers, 2018)	Perfil completo	Evaluación de los déficits con respecto a las IDR por género	<ul style="list-style-type: none"> Mujeres: déficit de vitamina D (3.8 ± 5 vs $15 \mu\text{g}$), vitamina E (5.7 ± 4 vs 15mg), magnesio (219.7 ± 116.4 vs 310mg) y potasio (1992.2 ± 803.1 vs 4700mg) Hombres: déficit de vitamina D (3.5 ± 3.8 vs $15 \mu\text{g}$), vitamina E (8.2 ± 6.4 vs 15mg) y potasio (2467.3 ± 910.7 vs 4700mg)
(Pyszczek et al., 2019)	Perfil completo.	Evaluación por género del consumo de micronutrientes y su correlación con el nivel de escalada	<ul style="list-style-type: none"> Mujeres: hay una correlación positiva entre un nivel de escalada mayor y un mayor consumo de vitamina C, potasio, magnesio y cobre en la dieta. Hombres: hay una correlación positiva significativa entre un nivel de escalada más elevado y el consumo de vitamina E, potasio, hierro, zinc y cobre en la dieta
(Gibson-Smith et al., 2020)	Hierro	Evaluación del hierro y todos los parámetros bioquímicos relacionados (ferritina sérica, saturación de la transferrina) por género	<p>El consumo medio de hierro es de $13,7 \pm 6 \text{mg/día}$, sin una diferencia significativa entre hombres y mujeres. Por este motivo, tan solo el 21% de los hombres tenía una ingesta por debajo del IDR para la población general en hombres ($8,0 \text{mg}$), frente al 80% de las mujeres (IDR para las mujeres $18,0 \text{mg}$). Tasa de deficiencia (anemia ferropénica) teniendo en cuenta el resto de los parámetros bioquímicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Mujeres: 45% Hombres: 17%
(Úbeda et al., 2021)	Perfil completo.	Evaluación del porcentaje de la IDR* por género	<ul style="list-style-type: none"> Mujeres: 83% del calcio, 71% del hierro, 74% del yodo, 59% del zinc, 91% magnesio, 73% del potasio, 98% de la riboflavina, 63.7% del ácido fólico, 11% de la vitamina D y 72% de la vitamina E Hombres: 80% del calcio, 64% del yodo, 65% del zinc, 93% del magnesio, 85% del potasio, 79% del ácido fólico, 23.4% de la vitamina D y 84% de la vitamina E
(Przeliorz y Regulska-Ilow, 2022)	Flavonoides Vitamina E Vitamina C Beta-caroteno	Evaluación de la correlación entre la ingesta de antioxidantes de la dieta y el nivel de escalada	Resultados significativos de correlación entre un mayor consumo de antioxidantes dietéticos y un mayor nivel de escalada. Sin embargo, no existe correlación entre la ingesta energética y la cantidad de antioxidantes consumidos
(Kemmler et al., 2006)	Micronutrientes implicados en el metabolismo óseo	Se evalúa la diferencia en el consumo de micronutrientes entre escaladores, controles y la IDR, y su relación con la densidad ósea	Se observa un consumo especialmente bajo de vitamina D (1.69 ± 0.6 vs $5.0 \mu\text{g}$) y vitamina E (11.0 ± 5.3 vs 14.0mg). Estos valores, que no llegan a la IDR, son también más bajos que en el grupo control. El resto de los micronutrientes aparece más elevado en los escaladores frente a los controles

*IDR: ingesta diaria recomendada

Il·lustració 5. Proporción de macronutrientes



En cuanto a la proporción de macronutrientes, la *Il·lustració 5* refleja los resultados obtenidos con respecto a las recomendaciones generales, representadas por la última columna del gráfico. En tres estudios el consumo de hidratos de carbono estaba por debajo del 50% de la energía consumida, estando en todos ellos por debajo del 55% del total de energía consumido. La proporción de energía aportada por las proteínas también es ligeramente baja, siendo muy bajo en el estudio de *Kemmler* (tan solo el 13%), en favor del consumo de grasa que es ligeramente elevado, suponiendo alrededor del 37% de la energía consumida en el estudio de *Gibson-Smith* y en el de *Przeliorz*.

Sin embargo, aunque las proporciones se mantienen equilibradas, el consumo energético es bajo, por lo que cuando comparamos los consumos en g/kg de la *Tabla 4*, observamos que:

- La ingesta de hidratos de carbono está por debajo de 4g/kg peso en 5 de los 6 estudios que evalúan este valor
- La ingesta de proteínas está por debajo de 1.4g/kg peso en 3 de los 6 estudios, siendo el valor máximo de 1.6g/kg
- La ingesta de grasas se encuentra en un rango de 1.10-1.35g/kg de peso

La *Tabla 5* nos muestra las diferencias entre el consumo de macronutrientes en escaladores por género. Debido a la falta de estudios que estimen el consumo energético total teniendo en cuenta la actividad física y comparándola con el consumo real, no observamos diferencias significativas en restricciones calóricas entre hombres y mujeres. Sin embargo, al observar el consumo de hidratos de carbono, los hombres tienen un consumo menor en comparación con las mujeres (25–27,29,30), que solo aparece más reducido en un estudio, coincidiendo con la valoración energética más baja entre este género (26). Por su parte, las proteínas aparecen en mayor proporción en el grupo de los hombres que en el de las mujeres. Mientras, las grasas son consumidas en una proporción muy baja en ambos géneros por igual, entre 1.1 y 1.45g/kg de peso

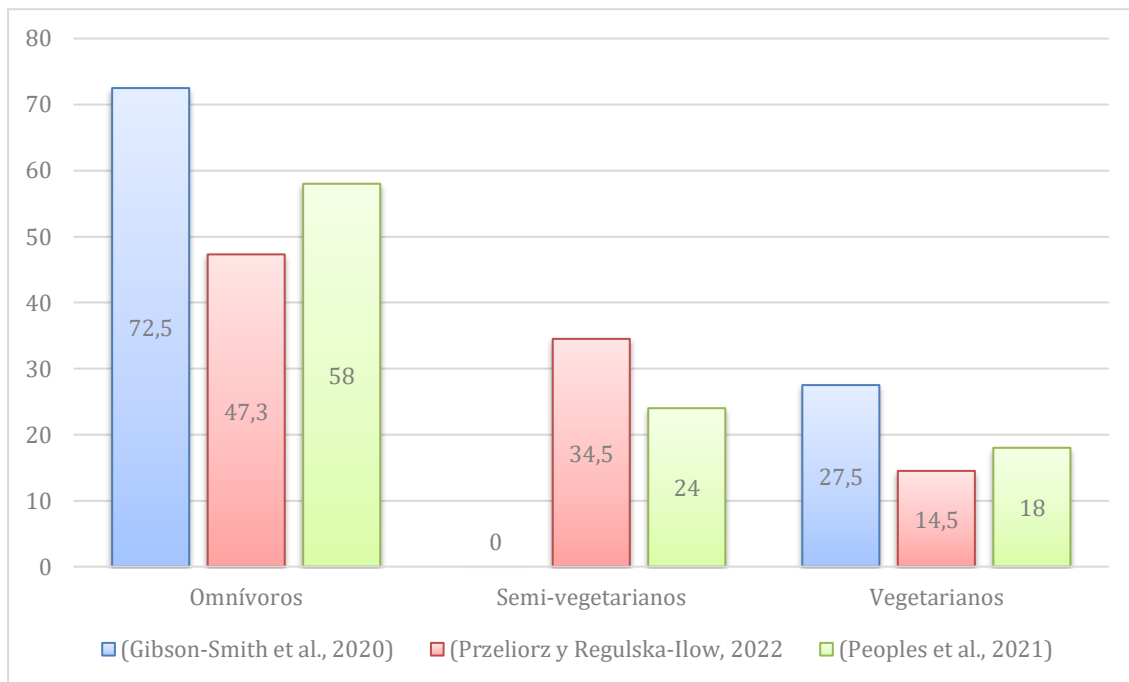
La *Tabla 6* ofrece resultados de los estudios que evalúan el consumo de diferentes macronutrientes. Observamos un déficit generalizado de vitaminas (vitamina D y E) y minerales (potasio, magnesio y hierro). Estos déficits no son significativamente diferentes por género, a excepción del hierro en mujeres. Algunos estudios como el de *Gibson-Smith* sugieren que esto se debe a las necesidades aumentadas de hierro en mujeres debido a las pérdidas menstruales. En este estudio, el 45% de las escaladoras tenían un alto riesgo de desarrollar anemia ferropénica frente al 17% de los hombres (27). También se observa un mayor consumo de micronutrientes en general y el nivel de escalada, especialmente de antioxidantes (vitamina C, E, flavonoides y beta-carotenos), así como de potasio y magnesio (30,31)

4.2.3. Hábitos alimentarios

Tabla 7. Hábitos alimentarios de los escaladores

HÁBITOS ALIMENTARIOS		
Estudios	Proporciones	Observaciones
(<i>Gibson-Smith et al., 2020</i>)	15% vegetarianos 12.5% veganos	Consumo de CH ligeramente mayor en vegetarianos vs omnívoros. Sin embargo, hay un menor consumo significativo de proteínas (1.3 vs 1.7g/kg peso)
(<i>Przeliorz y Regulska-Ilow, 2022</i>)	47.3% omnívoros 34.5% semi-vegetarianos 14.5% vegetarianos	El 3.6% reportó seguir una dieta especial
(<i>Peoples et al., 2021</i>) (32)	58% de omnívoros 24% semi-vegetarianos 18% vegetarianos	La prevalencia de vegetarianismo es significativamente mayor en el grupo élite y avanzado con respecto al grupo de nivel intermedio de escalada

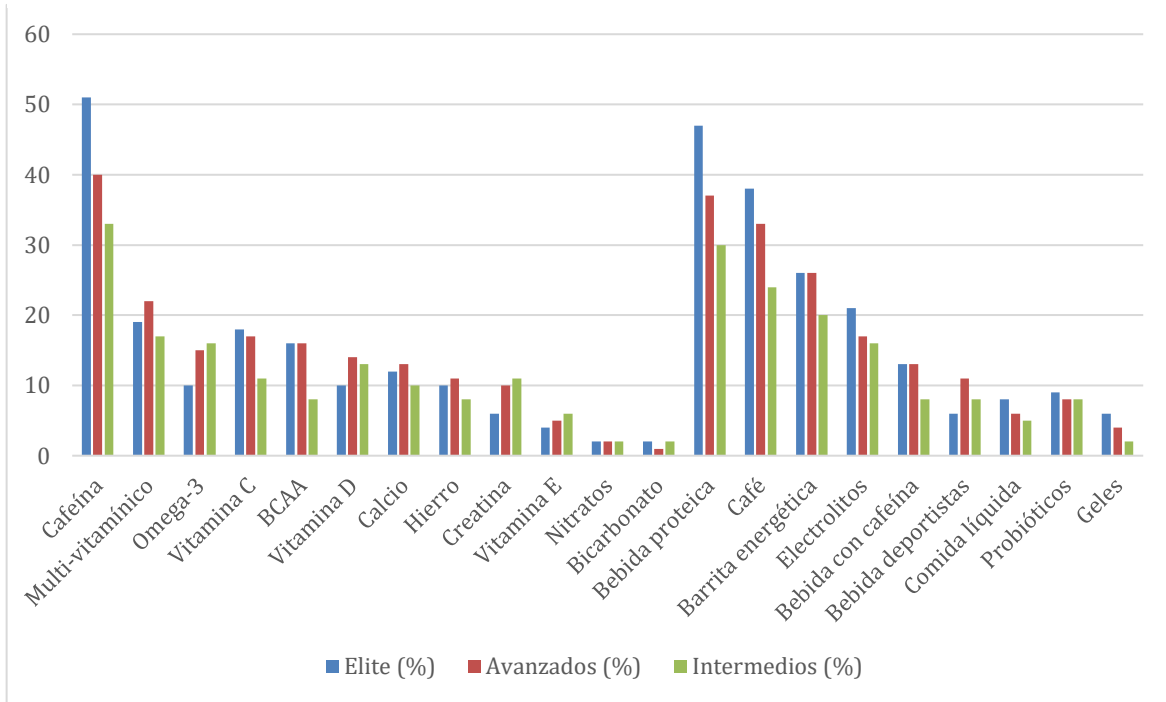
Ilustración 6. Prevalencia de vegetarianismo en escaladores



La *Tabla 7* y la *Ilustración 6* muestran los estudios que evalúan los hábitos alimentarios entre los escaladores. Observamos que hay una mayoría de escaladores omnívoros. Sin embargo, la prevalencia de vegetarianismo es notable. *Przeliorz* obtiene que tan sólo un 47.3% de los escaladores consumen alimentos cárnicos, frente a un 49% que no los consume y lleva a cabo hábitos alimentarios vegetarianos o semi-vegetarianos. *Gibson-Smith* no analiza el consumo de productos cárnicos y los hábitos semi-vegetarianos, obteniendo un 27.5% de vegetarianismo en su investigación, una cifra considerable. *Peoples*, por su parte recoge el mayor tamaño muestral de escaladores de varias partes del mundo obteniendo un 58% de escaladores completamente omnívoros, frente a un 42% de escaladores con hábitos semi-vegetarianos o vegetarianos.

4.2.4. Suplementación

Ilustración 7. Hábitos de suplementación en escaladores. Adaptado de Peoples et al., 2021



La *Ilustración 7* nos informa sobre la proporción de suplementos consumidos en función del nivel de escalada. En el gráfico se evidencia que el suplemento más consumido por los escaladores es la cafeína. Éste se consume además en mucha mayor medida en forma de café, que como bebida con cafeína. A este suplemento le siguen los batidos proteicos, barras energéticas, electrolitos y multivitamínicos. En menor medida encontramos consumo de omega-3, BCAA, vitamina C, D y E, bebidas para deportistas...

Se observa que los escaladores de nivel élite consumen una mayor cantidad de suplementos, en general, especialmente de cafeína, bebidas proteicas y electrolitos. Cabe destacar el mayor consumo de: creatina, bebida para deportistas y vitaminas D y E de los escaladores intermedios y avanzados con respecto a la élite.

5. Discusión

La escalada es un deporte incipiente que ha experimentado un rápido crecimiento en los últimos años. Este trabajo revisó los conocimientos existentes en la bibliografía publicada sobre nutrición y escalada deportiva para sintetizar las deficiencias más comunes y documentar los retos más importantes a los que se enfrenta la nutrición en esta disciplina deportiva.

Entre las evidencias más importantes, descubrimos que los escaladores realizan restricciones energéticas importantes, independientemente del nivel de escalada o el género que, como motivo principal, tiene el control del peso tan exhaustivo para aumentar la ratio peso-fuerza, factor determinante en el rendimiento. La dimensión de esta deficiencia energética relativa (DER) es difícil de determinar y los resultados muestran una gran variabilidad debido a la falta de métodos estandarizados o protocolos de estimación del gasto energético. No obstante, *Úbeda et al., 2021*, obtiene el mayor déficit energético en sus escaladores (se estima que tan solo cubren el 61.2% del gasto total de media), siendo el estudio con mayor precisión en estimar el gasto total.

Por otra parte, el concepto de DER se ha asociado, desde su introducción en 2014, a la población femenina mayoritariamente, en relación con la tríada de la atleta femenina (33). Este síndrome causado por la baja disponibilidad de energía afecta a la salud de la atleta a muchos niveles: amenorrea, baja densidad ósea, problemas metabólicos, anemias, problemas psicológicos, gastrointestinales; y a su rendimiento: baja adaptación al entrenamiento, coordinación, juicio, concentración, aumento de la irritabilidad, depresión y disminución de la resistencia (34)

Sin embargo, cada vez más deportes relacionan la DER con el género masculino (35), como podemos observar en deportes donde el riesgo de baja disponibilidad energética es mayor por las características de la prueba o el deporte, especialmente aquellos de resistencia, estéticos y de control del peso, donde se encuentra la escalada deportiva (36). *Tenforde et al., 2016* estableció en su revisión algunos paralelismos de las consecuencias para la salud y el rendimiento del DER entre mujeres y hombres (37)

El consumo de macronutrientes es, no obstante, muy equilibrado en general, con un consumo algo elevado de grasas, en detrimento del consumo, en proporción, de hidratos de carbono, que no superan los 4g/kg de peso en ningún caso, sin diferencias

significativas por género. La baja proporción de hidratos tan baja incluida en la dieta de los escaladores podría explicar el DER

Los resultados obtenidos encajan con los de *Michael et al., 2019* (38) que quedó excluido de esta revisión por tratar con escaladores adolescentes. Sin embargo, en este estudio, un porcentaje muy bajo de escaladores llegan a las necesidades energéticas, de hidratos de carbono y grasas, independientemente del nivel de escalada, el tipo, o el género de los sujetos. Tan solo las proteínas eran cubiertas por aproximadamente el 75% de los escaladores estudiados, evidenciando las altas exigencias nutricionales y la dificultad de cubrirlas manteniendo o aumentando esa ratio peso-fuerza. Esto expone a los deportistas a un riesgo de déficit energético relativo desde jóvenes, con implicaciones para la salud y el rendimiento (39).

Otro estudio que pone de manifiesto la deficiencia en el consumo de hidratos de carbono en escaladores es el llevado a cabo por *Ueland et al., 2020* (40), el cual sugiere que el consumo de este macronutriente tiene más importancia en el rendimiento que el consumo de proteínas. Esto es debido a que el tiempo hasta la fatiga se alarga con un mayor consumo de hidratos en comparación con un consumo mayor de proteínas, además que su consumo aparece de forma sistemática deficitario en la mayoría de los escaladores.

De la misma forma, *Zapf et al., 2001* (41) llevó a cabo un estudio con pesaje de alimentos durante un periodo de 7 días, descubriendo que un 40% de los escaladores no llegaban a consumir 2500 kcal/día, aún con un volumen de ejercicio superior a 2h. Supone una evidencia más para el déficit de energía relativo que se produce en este deporte, comparable a la gimnasia rítmica y otros deportes donde el control del peso es importante. Además, encontró que los escaladores con más nivel tenían un IMC más bajo y un consumo energético menor, lo cual también se ha corroborado en la presente revisión.

En cuanto a la evaluación de hábitos alimentarios, es muy interesante puesto que la proporción de deportistas que han dejado de consumir carne, así como los vegetarianos estrictos y veganos, es muy grande en comparación con otros deportistas, inclusive entre la población general. No existen datos fiables de la prevalencia de vegetarianos en el mundo, aunque las estimaciones son de entre el 1-10% (42). El número de flexitarianos en España ronda el 7% según el informe "The Green Revolution" de la consultora Lantern (43), frente al 25-40% que encontramos entre los resultados de esta revisión de escaladores de todo el mundo. Esta gran diferencia revela la escalada

deportiva, no solo como un deporte, si no quizás como una filosofía de vida más ligada al cuidado y sostenibilidad del medio ambiente. Asimismo, podría explicar algunas deficiencias comunes que hemos visto como el hierro y el zinc, típicos de este tipo de dietas

El consumo de micronutrientes es, en proporción, mayor en los niveles avanzados y élite que en los niveles intermedios, sugiriendo en estos primeros una mayor calidad de la dieta a la hora de elegir los alimentos, puesto que el déficit calórico es el mismo. Las deficiencias más repetidas son: la vitamina D, E, potasio, magnesio y hierro, especialmente si se escala en altura, y mucho más acusado entre mujeres. Estos resultados encajan con el estudio de *Jordan et al., 2020 (44)*, en el que se concluye que los atletas de élite necesitan del uso de suplementos para llegar a sus requerimientos en micronutrientes. Los que aparecen deficitarios con más prevalencia entre atletas en general son la vitamina D, así como el magnesio y el hierro en mujeres.

La prevalencia del consumo de suplementos es baja en comparación con otras disciplinas deportivas (45,46), siendo los más usados la cafeína, los batidos proteicos y los electrolitos (45). Sin embargo, excluyendo los electrolitos, el hábito de suplementación parece no responder a las necesidades puesto que los suplementos de vitamina D o E no son prácticamente usados y son la deficiencia más prevalente entre la población escaladora.

En todos los parámetros estudiados, no existen diferencias significativas entre la nutrición de los escaladores y las escaladoras, pero sí por nivel de escalada.

Fortalezas y limitaciones

La mayor fortaleza del estudio es que hasta la fecha no se ha llevado a cabo ninguna revisión sistemática que analice de forma tan completa los hábitos nutricionales de tantos escaladores. Al realizar una búsqueda rápida en las principales bases de datos como PubMed o Cochrane de revisiones sistemáticas en escalada deportiva, encontramos muy pocas y ninguna relacionada con la nutrición: factores que afectan al rendimiento, lesiones o fisiología de la escalada. Además, las evidencias de alta prevalencia de DER por restricciones energéticas, así como la baja disponibilidad de hidratos de carbono, y las deficiencias de vitamina D, E, potasio, magnesio o hierro se reiteran demasiado como para no elaborar planes nutricionales específicos considerando estos nutrientes.

Entre las limitaciones encontramos que, la variabilidad de los sujetos de estudio, niveles de escalada y métodos, impiden la comparación de muchos parámetros estudiados. Asimismo, el limitado número de estudios, los tamaños muestrales usados en ellos, y el carácter transversal de la mayoría impide llevar a cabo un análisis estadístico válido

Además, los métodos de auto registro de la dieta tienden a infravalorar el consumo energético total real, y con él, el consumo de muchos nutrientes (47), por lo que se ha de ser muy crítico con los resultados obtenidos y anteponer una buena formación a la hora de cumplimentarlo. De la misma forma, no se ha podido valorar el grado de hidratación de los escaladores, un parámetro importante por su implicación en el rendimiento y la salud.

Mucha más investigación alrededor del mundo de la nutrición y la escalada está garantizada debido a su crecimiento e importancia, así como las características y demandas del deporte mismo. La deficiencia energética relativa parece un síndrome que puede estar estrechamente ligado al deporte, y su efecto en el rendimiento aun no ha sido evaluado. Además, la variación entre las tres disciplinas dentro de la escalada deportiva: bloque (dependiente de la fuerza), dificultad (dependiente de la resistencia anaeróbica) y velocidad (dependiente de la potencia o explosividad); sugieren más investigación para descubrir cuáles son las peculiaridades fisiológicas de cada una y adaptar la nutrición para fomentar el máximo rendimiento.

6. Aplicabilidad y nuevas líneas de investigación

Los resultados obtenidos en la revisión podrían aplicarse para elaborar guías nacionales de nutrición en la escalada teniendo en cuenta las deficiencias ya sintetizadas anteriormente. Sin embargo, la baja disponibilidad de estudios de intervención o experimentales en esta modalidad asegura mucha más investigación futura. Se proponen una serie de guías, resultado de las conclusiones y limitaciones encontradas en la presente revisión, para el diseño de nuevas líneas de investigación en escalada deportiva y nutrición

- Elaborar un protocolo de evaluación del rendimiento en la escalada deportiva a través de pruebas especializadas y validadas
- Evaluar, de manera prospectiva y longitudinal, el papel de un nutricionista deportivo en el rendimiento y la salud del deportista
- Evaluar, de manera prospectiva y longitudinal, las posibles implicaciones sobre la salud y el rendimiento de la alta prevalencia de deficiencia energética relativa en escaladores
- Evaluar la hidratación de los escaladores

Teniendo en cuenta estas directrices, se propone el siguiente diseño de estudio

6.1. Diseño y tipo de estudio o intervención

Estudio experimental, prospectivo y longitudinal en donde separaremos dos grupos de escaladores de forma completamente aleatorizada: el grupo A llevará a cabo un control de la dieta por un dietista nutricionista deportivo que asegure una alimentación rica en hidratos de carbono y suficiente en energía, y otro grupo B sin esta supervisión que mantenga sus hábitos normales.

El objetivo es determinar cómo afecta al rendimiento el aporte suficiente de energía y nutrientes en comparación con una dieta donde exista deficiencia de energía relativa en un plazo de 3 meses de duración y, como objetivo secundario, determinar la efectividad del nutricionista deportivo en el grupo de intervención

6.2. Población diana

La población diana serían escaladores/as de cualquier modalidad deportiva con un nivel de escalada avanzado o élite según la escala IRCRA. Para aumentar la validez de los resultados obtenidos, el tamaño muestral será de 100 escaladores: 50 hombres y 50

mujeres idealmente que hayan permanecido en activo, realizando escalada deportiva, de forma ininterrumpida durante los 6 meses previos al inicio del estudio

6.3. Sistema de recogida de datos

Se realizará un estudio antropométrico completo por un técnico antropometrista ISAK nivel 3 (peso, altura, IMC, composición corporal: masa magra y masa grasa), un análisis bioquímico (marcadores de sobre entrenamiento, vitaminas y minerales) y un test de rendimiento en escalada que incluya mediciones validadas para su evaluación (48):

- Test de fuerza: de forma isométrica con un dinamómetro para medir la fuerza de agarre de la mano. La configuración del ejercicio que ha resultado en una correlación mayor con el nivel de escalada es sentado y con el codo apoyado en una superficie doblado a 90° y en línea con el dinamómetro. Esto medirá la fuerza de los flexores de la mano
- Test de resistencia: suspensión hasta el fallo muscular (se trata de la prueba específica de escalada más fiable) para medir la resistencia de la mano

Además, se llevará a cabo una monitorización de las dietas de ambos grupos por el nutricionista deportivo

6.4. Variables del estudio

- Variables independientes: el tipo de dieta será la variable independiente, que puede ser normocalórica y equilibrada en hidratos de carbono; y otra, control, monitorizadas por un nutricionista deportivo
- Variables dependientes: diarios de consumo alimentario, IMC, % de masa magra y grasa, los resultados bioquímicos, y las pruebas de rendimiento

6.5. Estrategia de análisis de datos

Análisis estadísticos de los resultados antropométricos, bioquímicos y de resistencia hallados en ambos grupos de estudio al principio y al final de los 3 meses de dieta

6.6. Consideraciones éticas

La participación en el estudio es libre e informada y durante todo el proceso se asegurará el anonimato de los escaladores. Desde un principio se hará entrega de un consentimiento informado que deberán firmar y entregar para entrar a formar parte del

estudio. En este documento se reflejará, además, un resumen de las diferentes fases y fechas clave del estudio para asegurar la disponibilidad de los participantes en el largo plazo. No se pondrá en riesgo la salud de ninguno de los deportistas.

7. Conclusiones

La investigación en materia de escalada deportiva y nutrición es limitada y existen pocos estudios de intervención que permitan comparaciones estadísticas válidas. Sin embargo, la escalada deportiva reúne una serie de requerimientos nutricionales específicos debido a sus características fisiológicas únicas de fuerza y resistencia muscular de manos, brazos, hombros y abdomen.

La evidencia más significativa es que los escaladores practican una restricción de energía a partir de un consumo insuficiente de hidratos de carbono, principalmente, comparable a otros deportes con control de peso tales como la gimnasia rítmica con el fin de disminuir el peso y aumentar la ratio fuerza-peso, factor determinante del rendimiento deportivo. Esto pone a los escaladores en riesgo de déficit energético relativo, un síndrome con implicaciones para el rendimiento y la salud y con altas tasas de trastorno de la conducta alimentaria.

Los micronutrientes que aparecen deficitarios son la vitamina D, E, potasio, magnesio y hierro, especialmente entre las escaladoras. Las diferencias en el perfil nutricional de los escaladores son más acusadas por nivel de escalada que por género: los avanzados y élite tienen un mayor consumo de micronutrientes, aun practicando restricciones energéticas mayores, puesto que su IMC es menor. Esto evidencia una mayor calidad de la dieta a través de la elección de alimentos con más densidad nutricional.

Los hábitos alimentarios de los escaladores revelan una tendencia hacia estilos de vida vegetarianos. La prevalencia de suplementación es baja en comparación con otros deportes con exigencias similares y no responde a las necesidades de los deportistas. Los escaladores podrían beneficiarse del asesoramiento de profesionales de la nutrición y la salud en materia de alimentación y suplementación para evitar los riesgos para la salud y el rendimiento de la deficiencia de energía relativa y otras malas prácticas nutricionales.

8. Bibliografía

1. Statista. Montaña y Escalada: federados en España 2010-2019 [Internet]. Statista Research Department. 2021 [citado 5 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://es.statista.com/estadisticas/1061757/montana-y-escalada-numero-de-federados-en-espana/>
2. Marc Pijuan Rafi. Cataluña y Madrid lideran destacados el mapa español de rocódromos. CMDSport [Internet]. 2021 [citado 5 de mayo de 2022]; Disponible en: <https://www.cmdsport.com/montana/actualidad/cataluna-madrid-lideran-destacados-mapa-espanol-rocodromos/>
3. ZHU B, CHEN R, LI Y. The origin and early evolution of Rock Climbing. En: Proceedings of the 2021 5th International Seminar on Education Management and Social Sciences (ISEMSS 2021). 2021.
4. Basallote JM, Sánchez MLZ. Iniciación a la escalada deportiva. Universidad de Jaén; 2020.
5. T. Hepp, W. Güllich GH. La escalada deportiva: un libro didáctico de teoría y práctica [Internet]. Google Libros. 2001 [citado 3 de mayo de 2022]. p. 33-45. Disponible en: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=ZWwy2yCS2IkC&oi=fnd&pg=PA9&dq=historia+de+la+escalada&ots=kkilwD2bhL&sig=uTAIrlbD2_qWGxie_tHKGjWpErk#v=onepage&q&f=false
6. Viviani F, Calderan M. The somatotype in a group of «top» free-climbers. J Sports Med Phys Fitness. 1991;31(4):581-6.
7. Giles L, Brandenburg J. Physiology of climbing. Sci Climbing Mt. 2016;36(6):19-47.
8. Novoa-Vignau MF, Salas-Fraire O, Salas-Longoria K, Hernández-Suárez G, Menchaca-Pérez M. A comparison of anthropometric characteristics and somatotypes in a group of elite climbers, recreational climbers and non-climbers. Med Univ [Internet]. 2017;19(75):69-73. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rmu.2017.05.006>
9. Wall CB, Starek JE, Fleck SJ, Byrnes WC. Prediction of indoor climbing performance in women rock climbers. J Strength Cond Res [Internet]. 1 de febrero

de 2004 [citado 27 de abril de 2022];18(1):77-83. Disponible en: <https://europepmc.org/article/med/14971979>

10. España-Romero V, Ortega Porcel FB, Artero EG, Jiménez-Pavón D, Gutiérrez Sainz Á, Castillo Garzón MJ, et al. Climbing time to exhaustion is a determinant of climbing performance in high-level sport climbers. *Eur J Appl Physiol.* 2009;107(5):517-25.
11. Michael MK, Witard OC, Joubert L, Michael M, Witard O. Physiological demands and nutritional considerations for Olympic-style competitive rock climbing. <http://www.editorialmanager.com/cogentmed> [Internet]. 1 de enero de 2019 [citado 29 de marzo de 2022];6(1):1667199. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/2331205X.2019.1667199>
12. Sanchez X, Torregrosa M. El papel de los factores psicológicos en la escalada deportiva: un análisis cualitativo. *Rev Psicol del Deport.* 2005;14(2):177-94.
13. Horst EJ. Training for Climbing: The Definitive Guide to Improving Your Climbing Performance [Internet]. AFalcon. 2013 [citado 26 de abril de 2022]. 23-40 p. Disponible en: https://issuu.com/cmontema/docs/eric_j._horst_training_for_climbing
14. Daniel Stankovic et al. The nutrition of rock climbers. XVI International Scientific Conference. FIS Commun 2013 Phys Educ Sport Recreat I Int Sci Conf Niš, Serbia. 2013;(October):418-20.
15. Joubert LM, Gonzalez GB, Larson AJ. Prevalence of Disordered Eating Among International Sport Lead Rock Climbers. *Front Sport Act Living.* 2020;2(July):1-6.
16. Michael MK, Witard OC, Joubert L. Physiological demands and nutritional considerations for Olympic-style competitive rock climbing. *Cogent Med* [Internet]. 2019;6(1):1667199. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/2331205X.2019.1667199>
17. Teh CSJ, Suhaili Z, Lim KT, Khamaruddin MA, Yahya F, Sajili MH, et al. Habitual energy expenditure of human climbing and clambering. Vol. 388, *Nature.* 2018. p. 539-47.
18. Martinez-Sanz JMUA. Necesidades nutricionales y Planificación Dietética en Deportes de Fuerza. *Eur J Hum Mov.* 2012;95-114.

19. Phillips SM, Loon LJC Van. Dietary protein for athletes: From requirements to optimum adaptation. *Food, Nutr Sport Perform III* [Internet]. 2020;177-8. Disponible en: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliouocsp-ebooks/detail.action?docID=1249425>. Created
20. Cook DJ, Mulrow CD, Haynes RB. Systematic reviews: Synthesis of best evidence for clinical decisions. *Ann Intern Med*. 1997;126(5):376-80.
21. Ferreira González I, Urrútia G, Alonso-Coello P. Systematic reviews and meta-analysis: Scientific rationale and interpretation. *Rev Esp Cardiol*. 2011;64(8):688-96.
22. García-Perdomo HA. Conceptos fundamentales de las revisiones sistemáticas/metaanálisis. *Urol Colomb*. 2015;24(1):28-34.
23. Higgins J, Thomas J, Cumpston JCM, Li T, Page M, Welch V. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions | Version 6.3* [Internet]. Cochrane Training. 2022 [citado 12 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://training.cochrane.org/handbook/current>
24. Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gøtzsche PC, Ioannidis JPA, et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate healthcare interventions: explanation and elaboration. *BMJ*. 2009;339.
25. Neufeld EE, Meyers MC. Nutritional Status of Rock Climbers. *Med Sci Sport Exerc* 50(5S)303. 2018;
26. Pyszczyk AP, Golabek K, Ilow BR. Evaluation of the relationship of the climbing level of sport climbers with selected anthropometric indicators and diet composition. *Cent Eur J Sport Sci Med*. 2019;28(4):15-26.
27. Gibson-Smith E, Storey R, Ranchordas M. Dietary Intake, Body Composition and Iron Status in Experienced and Elite Climbers. *Front Nutr*. 2020;7(August):1-11.
28. Sas-Nowosielski K, Judyta W. Energy and macronutrient intake of advanced Polish sport climbers. *J Phys Educ Sport*. 2019;19(3):829-32.
29. Úbeda N, Lorenzo-Carvacho C, García-González Á. Energy and nutritional inadequacies in a group of recreational adult Spanish climbers. *Arch Med del*

Deport. 2021;38(3):237-44.

30. Przeliorz A, Regulska-Ilow B. Relationship between the dietary intake of sport climbers according to climbing grading scales and the dietary supply of antioxidants. *J Phys Educ Sport* ® [Internet]. 2022 [citado 3 de mayo de 2022];22(3):795-802. Disponible en: www.efsupit.ro
31. Kemmler W, Roloff I, Baumann H, Schöffl V, Weineck J, Kalender W, et al. Effect of exercise, body composition, and nutritional intake on bone parameters in male elite rock climbers. *Int J Sports Med*. 2006;27(8):653-9.
32. Peoples GE, Parker S, Anthony R, Craddock J. Rock climbers' self-reported dietary practices and supplement use in the context of supporting climbing performance. *J Sport Exerc Sci*. 2021;5(2):130-8.
33. Mountjoy M, Sundgot-Borgen J, Burke L, Carter S, Constantini N, Lebrun C, et al. The IOC consensus statement: Beyond the Female Athlete Triad-Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S). *Br J Sports Med*. 2014;48(7):491-7.
34. Ackerman KE, Holtzman B, Cooper KM, Flynn EF, Bruinvels G, Tenforde AS, et al. Low energy availability surrogates correlate with health and performance consequences of Relative Energy Deficiency in Sport. *Br J Sports Med* [Internet]. 1 de mayo de 2019 [citado 20 de junio de 2022];53(10):628-33. Disponible en: <https://bjsm.bmj.com/content/53/10/628>
35. Burke LM, Close GL, Lundy B, Mooses M, Morton JP, Tenforde AS. Relative energy deficiency in sport in male athletes: A commentary on its presentation among selected groups of male athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2018;28(4):364-74.
36. Var ardóttir B, Gu mundsdóttir S ur L, Ólafsdóttir AS ur. [Health and performance consequences of Relative Energy Deficiency in Sport (RED-s)]. *Laeknabladid* [Internet]. 1 de septiembre de 2020 [citado 20 de junio de 2022];106(9):406-13. Disponible en: <https://europepmc.org/article/med/32902400>
37. Tenforde AS, Barrack MT, Nattiv A, Fredericson M. Parallels with the Female Athlete Triad in Male Athletes. *Sport Med*. 2016;46(2):171-82.
38. Michael MK, Joubert L, Witard OC. Assessment of dietary intake and eating attitudes in recreational and competitive adolescent rock climbers: A pilot study.

- Front Nutr. 2019;6(May 2019):1-8.
39. Mountjoy M, Sundgot-Borgen JK, Burke LM, Ackerman KE, Blauwet C, Constantini N, et al. IOC consensus statement on relative energy deficiency in sport (RED-S): 2018 update. *Br J Sports Med.* 2018;52(11):687-97.
 40. Ueland K, Harris C, Kloubec J, Kirk E. How Diet Impacts Performance in Rock Climbers: A Pilot Study. *Curr Dev Nutr.* 2020;4(Supplement_2):1769-1769.
 41. Zapf J, Fichtl B, Wielgoss S, Schmidt W. Macronutrient Intake and Eating Habits in Elite Rock Climbers. *Med Sci Sport Exerc.* 2001;33(5):S72.
 42. McEvoy CT, Temple N, Woodside J V. Vegetarian diets, low-meat diets and health: A review. *Public Health Nutr.* 2012;15(12):2287-94.
 43. Lantern. The Green Revolution 2020 [Internet]. Estudios. 2021 [citado 20 de junio de 2022]. Disponible en: <https://www.lantern.es/papers/the-green-revolution-entendiendo-el-auge-del-mundo-veggie>
 44. Jordan SL, Albracht-Schulte K, Robert-McComb JJ. Micronutrient deficiency in athletes and inefficiency of supplementation: Is low energy availability a culprit? *PharmaNutrition* [Internet]. 2020;14(September):100229. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.phanu.2020.100229>
 45. Peoples GE, Parker S, Craddock J, Groeneveld T, Anthony R. Rock Climbers' Self -Reported Dietary Behaviours and Nutritional Supplementation Use in the Context of Climbing Performance. 4th Int Rock Climbing Res Assoc Congr. 2018;(1):5-9.
 46. Lun V, Erdman KA, Fung TS, Reimer RA. Dietary supplementation practices in Canadian high-performance athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* [Internet]. 2012 [citado 20 de junio de 2022];22(1):31-7. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22248498/>
 47. Black AE. Dietary assessment for sports dietetics. Vol. 26, *Nutrition Bulletin.* 2001. p. 29-42.
 48. Stien N, Saeterbakken AH, Andersen V. Tests and Procedures for Measuring Endurance, Strength, and Power in Climbing—A Mini-Review. Vol. 4, *Frontiers in Sports and Active Living.* 2022.