

**CONSIDERACIONES NUTRICIONALES EN ATLETAS ESCALADORES ADULTOS  
ELITE: REVISIÓN DE LITERATURA**

ANGIE DANIELA FORERO SILVA

TRABAJO DE GRADO

Presentado como requisito parcial para optar al título de

NUTRICIONISTA DIETISTA

MÓNICA MARÍA FLÓREZ ESPITIA

Directora

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
CARRERA NUTRICIÓN Y DIETÉTICA  
Bogotá D.C., (28 MAYO, 2021)**

## **NOTA DE ADVERTENCIA**

Artículo 23 de la Resolución N° 13 de Julio de 1946

“La Universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus trabajos de tesis. Solo velará por qué no se publique nada contrario al dogma y a la moral católica y por qué las tesis no contengan ataques personales contra persona alguna, antes bien se vea en ellas el anhelo de buscar la verdad y la justicia”.

**CONSIDERACIONES NUTRICIONALES EN ATLETAS ESCALADORES ADULTOS  
ELITE: REVISIÓN DE LITERATURA**

ANGIE DANIELA FORERO SILVA

APROBADO

*MÓNICA MA. FLOREZ-C.*

---

Mónica María Flórez Espitia  
Nutricionista Dietista MSc.  
Directora



---

Dayssy Diaz  
Nutricionista Deportiva  
Jurado

**CONSIDERACIONES NUTRICIONALES EN ATLETAS ESCALADORES ADULTOS**

**ELITE: REVISIÓN DE LITERATURA**

ANGIE DANIELA FORERO SILVA

---

Concepción Judith Puerta

Bacterióloga PhD

Decana de la facultad

---

Luisa Fernanda Tobar

Nutricionista Dietista MSc

Directora de carrera

## **DEDICATORIA**

A mis padres por su amor y confianza, por su enorme apoyo y gran esfuerzo que han hecho a lo largo de mi vida. A mi hermana y mi hermano que así estén al otro lado del mundo me inspiran a ser la mejor y a creer en mí. A mis abuelos que son la mayor fuerza que tengo y que los amo con mi corazón, que me enseñaron lo que es la disciplina y la constancia, a mis tías que me han dado ánimos en todo este tiempo y a mi familia más cercana.

A mi ex entrenador de escalada que logro hacerme conocer el mundo del deporte desde que era pequeña, a mis amigos que me motivan a ser mejor persona, deportista y estudiante.

A las grandes personas que he conocido en la Universidad en mis últimos 5 años, en especial a mis amigas que han estado en transcurso de la carrera, a las profesoras que llevo en mi corazón y que fomentaron en mí su orientación, el progreso y el amor por esta carrera.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Mónica Flórez por aceptar ser mi directora, por su apoyo incondicional, su paciencia, su motivación, compartir sus conocimientos y estar pendiente en cada momento en la elaboración de este trabajo de grado.

Agradezco a Hernán Morales, bibliotecólogo de la facultad de ciencias de universidad, por todas las asesorías personalizadas que brindo, por su paciencia y apoyo.

## TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN .....	13
2.	MARCO TEÓRICO .....	14
	2.1. Escalada deportiva elite .....	15
	2.2. Características antropométricas del atleta escalador .....	17
	2.2.1. Métodos de medición para evaluar la composición corporal .....	17
	2.3. Parámetros fisiológicos .....	17
	2.4. Tasa Metabólica Basal - TMB .....	18
	2.5. Consumo o Ingesta de macronutrientes y micronutrientes .....	18
3.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACION .....	18
4.	OBJETIVOS .....	20
	4.1. Objetivo General .....	21
	4.2. Objetivos Específicos .....	21
5.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	21
	5.1. Tipo de estudio .....	21
	5.2. Población de estudio .....	21
	5.3. Variables del estudio .....	21
	5.4. Diseño de investigación .....	22
	5.5. Búsqueda y selección .....	22
	5.5.1. Criterios de elegibilidad .....	22
	5.5.2. Criterios de exclusión .....	22
	5.6. Estrategias de búsqueda inicial .....	23
	Fuente: Elaboración propia .....	23

5.7. Proceso de recolección y análisis de literatura final .....	24
5.8. Descriptores de búsqueda inicial .....	24
6. RESULTADOS .....	26
6.1. Clasificación de los sujetos de estudio de los artículos seleccionados por sexo: 26	
6.2. Características antropométricas de atletas escaladores adulto elite .....	26
6.3. Parámetros fisiológicos durante la escalada en atletas escaladores adulto elite 28	
6.4. Ingesta de energía, macronutrientes, micronutrientes y líquidos en atletas escaladores adulto elite .....	29
7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	31
7.1. Composición corporal .....	31
7.2. Parámetros fisiológicos durante la escalada .....	32
7.3. Ingesta energía macronutrientes, micronutrientes y líquidos .....	34
8. CONCLUSIONES .....	37
9. RECOMENDACIONES .....	38
10. Bibliografía .....	39
11. Anexos .....	41



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estrategias de búsqueda inicial .....	23
Tabla 2. Cadenas de búsqueda finales y número de resultados según base de datos .....	25
Tabla. 3 Resumen de Artículos reportados.....	26
Tabla 4. Informe resumido de características antropométricas de atletas escaladores adulto elite.....	27
Tabla 5. Informe resumido de parámetros fisiológicas durante la escalada en atletas escaladores adulto elite .....	28
Tabla 6. Informe resumido de la ingesta energía, macronutrientes en atletas escaladores adulto elite.....	29
Tabla 7. Informe resumido de la ingesta de micronutrientes en atletas escaladores adulto elite.....	30

**ÍNDICE DE FIGURAS:**

Figura 1. Diagrama de flujo de recolección y análisis de literatura final según los criterios de inclusión y exclusión de artículos.....24

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Tabla de sistemas de graduación por países .....	41
Anexo 2 Matriz (revisión de literatura) .....	42
Anexo 2 Matriz.....	43

## **RESUMEN**

La escalada deportiva, es un deporte que viene tomando popularidad, ya que ha aumentado el número de competiciones y ahora será deporte olímpico. Es por esto, que el propósito de esta revisión es, describir las necesidades nutricionales de atletas escaladores adultos élite mediante una revisión de literatura, la cual reúne diferentes investigaciones y artículos para tener un referente teórico del estado nutricional que puede presentar un escalador. Se tomaron 15 artículos científicos recopilados de distintas bases de datos sin contemplar una ventana de tiempo debido a la escasa información. Los resultados refieren en cuanto a la composición corporal, un bajo porcentaje de grasa corporal, un IMC normal, y altos valores de masa magra, cabe resaltar que, estos datos difieren según el sexo. Diferentes estudios realizados reportan una desproporción no lineal entre la frecuencia cardiaca y VO<sub>2</sub>. En cuanto a la ingesta, algunos artículos reportan que la energía es subóptima en relación con el gasto energético en la escalada. Teniendo en cuenta lo anterior, se concluye que se deben realizar más estudios en cuanto la composición corporal, ingesta y parámetros fisiológicos ya que todos presentan vacíos de información o una muestra poblacional pequeña. Los escaladores presentan factores de riesgo importantes, como la deficiencia energética relacionado a su alto gasto energético. Es por ello por lo que la nutrición es uno de los factores más importante que determina el rendimiento deportivo, bienestar, optimización.

## **ABSTRACT**

Sport climbing is a sport that has been gaining popularity, since it has increased the number of competitions and now it will be an Olympic sport. That's why the purpose of this review is to describe the nutritional needs of elite adult climbing athletes through a literature review which gathers different researches and articles to obtain a theoretical referent about the nutritional status that a climber can present. Fifteen scientific articles collected from different databases were taken without contemplating a time window due to the lack of available information, the results are referred in terms of body composition, a low percentage of body fat, a normal BMI, and high values of lean mass, it should be noted that these data differ according to sex. Different studies report a non-linear disproportion between heart rate and VO<sub>2</sub>. Regarding intake, some articles report that energy is suboptimal in relation to energy expenditure in climbing. Given the above, it is concluded that more studies should be conducted on body composition, intake and physiological parameters, since they all have information gaps or a small population sample. Climbers present important risk factors, such as energy deficiency related with a high energy expenditure. That is why nutrition is one of the most important factors that determine sports performance, well-being, optimization and recovery.

## **ABREVIATURAS**

FC: Frecuencia cardiaca

VO<sub>2</sub>: Consumo de oxígeno

IMC: índice masa corporal

GC: gasto calórico

DEXA: Absorciometría dual de rayos X

BIA: Impedancia bioeléctrica

MG: Masa grasa

MLG: Masa libre de grasa

## 1. INTRODUCCIÓN

La escalada deportiva es un deporte relativamente nuevo, y se define como la acción de ascender paredes en roca o muro artificial, se caracteriza por ejercer una mayor fuerza en la parte superior generando movimientos estáticos y contracciones isométricas. Se ha convertido en un deporte olímpico, clasificado en 4 modalidades Boulder, dificultad, velocidad y combinada.

La introducción de este deporte a los olímpicos genera un crecimiento integral hacia el rendimiento del escalador, es decir no solo está regido por los entrenamientos, sino por factores psicológicos, nutricionales y técnicos. Se resalta que estos atletas escaladores elite presentan cargas de entrenamiento bastante altas por lo cual necesitan una óptima recuperación, además se caracterizan por ser ligeros debido a la relación fuerza/peso y habitualmente presentan un porcentaje bajo de grasa.

El presente trabajo revisa la literatura existente de la escalada deportiva, con relación al consumo energético, composición corporal y parámetros fisiológicos durante la ejecución de este ejercicio o deporte, con el propósito de describir necesidades nutricionales de atletas escaladores adultos elite.

En la búsqueda se evidencio que hay una vacío de información y una muestra poblacional muy pequeña, también inexistentes estrategias específicas nutricionales debido a la falta de estudios. Esta investigación reconoce la importancia del estado nutricional del atleta que se caracteriza por depender de múltiples factores como: la composición corporal, el gasto energético y la ingesta, que contribuyen a optimizar el rendimiento y la recuperación en los entrenamientos o en las competencias.

Finalmente, este trabajo abrirá espacio para nuevos estudios buscando la integración y resaltando la importancia de los componentes que se necesitan para suplir las necesidades nutricionales del atleta escalador, con el fin de evitar el deterioro nutricional y los trastornos de conducta alimentaria.

## **2. MARCO TEÓRICO**

La escalada deportiva se practica en roca (medio natural ) o en un muro artificial ( gimnasio de escalada) cabe resaltar que el Comité Olímpico Internacional incluye la escalada deportiva en el calendario olímpico con el fin de cumplir las 3 modalidades que se explicaran más adelante (Comité olímpico Internacional, 2021).Este deporte requiere capacidades físicas como lo es la fuerza en la parte superior principalmente en los dedos y brazos, se necesita una resistencia central del cuerpo, una resistencia aeróbica, flexibilidad y equilibrio (MacKenzie et al., 2020). Estos deportistas necesitan un alto requerimiento calórico, relacionado al gasto energético que generan. El interés de querer recopilar esta información se justifica en que no existe una revisión de literatura de los últimos años donde se compile y describa la importancia de la nutrición.

A continuación, se describen los conceptos que buscan generar el entendimiento de este deporte debido a que es relativamente nuevo:

### **2.1. Escalada deportiva elite**

Se define como acción de ascender paredes en roca o muro artificial “mediante movimientos acíclicos, que buscan un desplazamiento del centro de gravedad corporal” (Benito et al., 2011). utilizando agarres o presas coloridas que poseen diferentes tamaños, colores y formas, en donde ponen en práctica sus habilidades físicas en un muro (pared vertical) (Comité Organizador de Tokio, 2020).Estos deportistas usan implementos deportivos que se utilizan como facilitadores para escalada como lo es magnesio y las zapatillas de escalada (pie de gatos) (Hattingh, 1998) además disponen de equipo de protección( cuerda, cintas, colchoneta, arnés, casco) esto según la modalidad que se ejecute (Hattingh, 1998).La escalada Indoor (dentro) es aquella que se define como la escalada en muro artificial donde se realizan competencias a nivel internacional y nacional, (Leandro,2011) existen cuatro modalidades actualmente (Boulder,dificultad,velocidad y combinado): una de ella es Boulder o Bloque consiste en resolver distintos problemas (bloques), se caracterizan por ser más cortos por ende no supera más de los 5 metros de altura, la caída se protege con colchones, esta modalidad es de gran dificultad física y técnica; se requiere mayor capacidad de fuerza. El criterio de puntuación consiste en que el escalador encadena (termina el bloque o Boulder) es decir coge la última presa con ambas manos a eso se le llama “top” (Leandro ,2011). disponen

de 4 minutos en un muro (pared vertical) y tienen la oportunidad de hacer el bloque hasta que finalice el tiempo (Comité Organizador de Tokio, 2020). La modalidad de dificultad consiste en alcanzar el punto más alto hasta caer o encadenar (terminar la vía), la vía supera más de los 6 metros por lo cual se crean protocolos de seguridad para el escalador en donde cuenta con anclajes fijos a la pared esta determina la vía de ascensión. Cuenta con el uso de arnés, cuerda, asegurador, entre otras. Ofreciendo gran protección y minimizando riesgos, esta modalidad requiere una gran habilidad dinámica, elástica y resistente. (Leandro, 2011) disponen de 6 minutos en un muro si un escalador cae se registra la altura, y no puedo volver a subir. El objetivo del atleta escalador es básicamente alcanzar el punto más alto de la vía (“top”) es decir desde que arranca desde el suelo, sin caídas intermedias y sin ningún tipo de ayuda de algún elemento ya que estos solo se usan para proteger de una posible caída. Tanto como en Boulder y dificultad se crea un sistema graduación para que los escaladores midan su rendimiento, va respectivamente catalogada en niveles por numeración es decir que entre más alto sea el número mayor será la dificultad (Anexo 1). La modalidad de velocidad es semejante a una competencia en atletismo, de modo vertical, consiste en dos vías idénticas para dos escaladores, que escalan asegurados con la cuerda desde arriba (top-rope), su criterio de puntuación es el escalador que termine primero la vía, se reporta que el récord mundial se encuentra 5.63 segundos. Las vías se encuentran estandarizadas por lo cual todos los muros de velocidad deben tener 5 grados de inclinación, 15 metros de altura. Se requiere una capacidad física y potencia explosiva. (Leandro,2011). Por último, la modalidad de combinado se refiere a la integración de las tres modalidades expuestas anteriormente en donde se crea un ranking general y así determinando el pódium. Ahora la escalada en roca es decir outdoor (afuera): Se define como la escalada en roca natural que consiste en dos modalidades (Boulder y dificultad ). La dificultad se necesita equipo de seguridad como lo es cuerda, arnés, asegurador, mosquetones, cintas, entre otras. En la modalidad Boulder se protege la caída con colchones portátiles llamados crash-pads. (Leandro,2011) y poseen el mismo sistema de graduación (Anexo 1) (Leandro,2011).



A continuación, se describen los conceptos principales involucrados con el desarrollo de la investigación, con el fin de unificar criterios en la interpretación de estos:

## **2.2. Características antropométricas del atleta escalador:**

Es definida como una valoración funcional del cuerpo humano y es considerada como un aspecto fundamental que ofrece la posibilidad de clasificar a una persona dentro de una comunidad, desde el punto de vista de la salud, el desarrollo, su potencialidad para el rendimiento físico (Carnero, 2015) el peso corporal está representado por dos componentes fundamentales: la masa libre de grasa incluye huesos, músculos y parte residual; por otro lado, la masa grasa total está compuesta de tejido graso, (González, 2013).

### **2.2.1. Métodos de medición para evaluar la composición corporal**

Existe varias técnicas disponible ; por ende el grado de especificidad diferirá de una a otras; entre estas se encuentra, el método DEXA el cual es absorciometría de rayos x de energía dual que hoy en día se considera un Gold estándar debido a su precisión, fiabilidad sencillez y rapidez, aunque se debe considerar que es un método bastante costoso, este se caracteriza por estimar la composición corporal, evaluando la grasa corporal, masa magra y la densidad mineral ósea de todo el organismo (Clemente et al., 2016). Otros estudios refirieron el uso de la impedancia bioeléctrica el cual es un método que estima compartimientos corporales, como lo es la “cantidad de líquido en los espacios intra y extracelulares , basada en la resistencia al paso de corriente eléctrica” (Vargas Melier, 2010) es una técnica no invasiva y de bajo coste; es poco fiable para atletas, debido a que depende de su estado de hidratación, por ende representa un margen de error bastante alto (Clemente et al., 2016). Por último, la antropometría se basa en una serie de mediciones de los pliegues cutáneos que consisten en tomar una doble capa de piel mediante instrumentos de medición (adipómetro, bascula, cinta, métrica, tallímetro) (Martínez Emilio, 2009) calculando este porcentaje mediante ecuaciones. Este último es un método económico que permite al profesional un fácil desplazamiento debido al tamaño del instrumento, sin embargo el margen de error es relativo debido a que dependerá totalmente de la habilidad del profesional (Gallardo Wong, Daza, & Bernal Huerta, 2012) Adicional a lo anterior, se refiere el índice de masa corporal como una herramienta útil para evaluar estado nutricional de los individuos, es un parámetro de alta especificidad para diagnosticar obesidad, pero con una menor sensibilidad para identificar el grado de adiposidad. (González, 2013).

### **2.3. Parámetros fisiológicos:**

Los parámetros fisiológicos dan indicadores de respuesta frente a algunas variables como: la frecuencia cardíaca y el consumo de oxígeno frente a las intensidades del entrenamiento. La frecuencia cardíaca durante la escalada es el número de veces que el corazón se contrae en un minuto “es decir la expansión de una arteria por el paso de sangre bombeado por el corazón durante la escalada (Cobo Darío, 2010), y el consumo de oxígeno durante la escalada, “Es el volumen de oxígeno consumido por los tejidos corporales por unidad de tiempo, este se expresa en ml/kg/min.” (Alarcón Nelson, 2018). Por último, el costo energético durante la escalada que se determinó a partir de VO<sub>2</sub> neto de ascenso y la relación intercambio respiratorio. Cabe resaltar que, el gasto energético que se realiza durante la escalada requiere de una ingesta óptima de energía que proviene de los alimentos para que pueda haber un balance en energía y nutrientes (Ministerio de salud y protección social, 2016).

### **2.4. Tasa Metabólica Basal - TMB:**

Se refiere a la cantidad de energía y nutrientes provenientes de los alimentos, cada alimento posee calorías donde una caloría (kcal) “se define como la cantidad de energía necesaria para incrementar la temperatura de 1 litro de agua destilada de 14,5 °C a 15,5 °C” (Ministerio de salud y protección social, 2016), además de ello proporcionan nutrientes que son esenciales para una correcta recuperación y correcto funcionamiento metabólico y fisiológico.

### **2.5. Consumo o Ingesta de macronutrientes y micronutrientes**

Se refiere a la cantidad de energía y nutrientes provenientes de los alimentos, cada alimento posee calorías donde una kcal “se define como la cantidad de energía necesaria para incrementar la temperatura de 1 litro de agua destilada de 14,5 °C a 15,5 °C” (Ministerio de salud y protección social, 2016), además de ello proporcionan nutrientes que son esenciales para una correcta recuperación y manteniendo de la salud para un correcto funcionamiento metabólico y fisiológico.

### 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACION

La escalada deportiva se define como la acción de ascender paredes en roca o muro artificial “mediante movimientos acíclicos, que buscan un desplazamiento del centro de gravedad corporal” (Benito et al., 2011). Consiste en mover el cuerpo a través de una serie de presas o agarres. A medida que el escalador sube de nivel, los agarres se vuelven más difíciles debido a su tamaño y también por el grado de inclinación del muro o de la roca (Leandro, 2011).

Este deporte se caracteriza por ejercer fuerza especialmente en la parte superior del cuerpo, y requiere contracciones isométricas sostenidas e intermitentes del músculo del antebrazo para generar la acción hacia arriba de la dirección de la vía a escalar (Romero et al., 2009). Se ha convertido en un deporte recreativo y de elite, clasificado en 4 modalidades Boulder, dificultad, velocidad y combinada; cabe aclarar que la modalidad que está siendo incluida a nivel olímpico es la modalidad combinada la cual refiere a las tres modalidades (Boulder, velocidad, dificultad) el resultado del escalador va determinado a la posición que obtuvo en cada una de las modalidades, ofreciendo un puntaje que se ordena en un ranking general. Está regida por el Consejo Internacional de Escalada de Competición (ICC) (Sheel, 2004) un deporte que incluye la modalidad combinada al calendario deportivo de los juegos olímpicos de París 2024 (Comité olímpico Internacional, 2021), una decisión de historia para los deportistas y para Federación Internacional de Escalada Deportiva (IFSC) tras la inclusión de la escalada en los juegos olímpicos juveniles en Buenos Aires 2018 y la esperada aparición en los juegos olímpicos de Tokio en Japón.

Frente a las variables fisiológicas en la ejecución del deporte, estudios reportan aumentos de consumo de oxígeno, frecuencia cardíaca y fuerza; lo que sugiere el uso significativo de la capacidad aeróbica de todo el cuerpo, aunque en los aumentos del nivel de escalada y en ángulos más inclinados requieren uso de vías energéticas anaeróbicas (Sheel, 2004), debido a el tiempo de contracción isométrica en las extremidades superiores, que soportan el peso del escalador de manera intermitente (Mermier, 1997). Se ha demostrado que estos deportistas reflejan un porcentaje mínimo de grasa (Watts, Martin, & Durtschi, 1993) (Giles, Rhodes, & Taunton, 2006). A pesar de que el desarrollo de la escalada este como un deporte elite, pocos estudios reflejan necesidades nutricionales que requieren estos deportistas.

En diferentes estudios refieren que la ingesta energética no cumple la cantidad y calidad necesaria de nutrientes ya que tienden hacer restricciones de ingesta aparentemente se está consumiendo por debajo de la respuesta calórica, además concluyen que sus preferencias dietéticas son veganas, y vegetarianas (Gibson-Smith, Storey, & Ranchordas, 2020).

Uno de los estudios más recientes que fue publicado en el año 2019 realizado en un gimnasio de escalada deportiva de Polonia reportan que los escaladores tanto como femeninas y masculinos consumen una dieta hipocalórica, diversas investigaciones llegan a la conclusión de que el atleta escalador elite presenta un riesgo deficiencia energéticas que a futuro puede causar alteraciones metabólicas y trastornos alimentarios de he hecho algunas instituciones de escalada deportiva como son: La Federaciones Nacionales e Internaciones (IFSC) y la Comisión Médica expresa su gran preocupación por los riesgo que puede con llevar al desequilibrio nutricional en los atletas (Sas- Nowosielski & Judyta, 2019).

El estado nutricional del atleta escalador se caracteriza por depender de múltiples factores como lo es el tamaño corporal, su carga de entrenamiento, la cantidad de horas requeridas para entrenar (Mielgo-Ayuso et al., 2015) y la modalidad deportiva ya que cada una tiene una duración totalmente diferente, en el caso de la modalidad en velocidad consta de 5-15 segundos dependiendo del escalador, en Boulder es de 4 minutos y en dificultad 6 minutos; además de ello cada deportista tiene características psicológicas, bioquímicas y biomecánicas. Por ende, necesitan consumir la cantidad adecuada de energía en relación con su gasto energético, para así lograr resultados del entrenamiento sin poner en riesgo su salud. Se reconoce la importancia de estudiar más a fondo sobre las consideraciones nutricionales del atleta escalador adulto, con el fin de crear estrategias y soluciones, resaltando la importancia del apoyo nutricional, para así optimizar el rendimiento y la recuperación tanto en los entrenamientos como en las competencias, evitando el deterioro nutricional de los atletas escaladores. De acuerdo con lo anterior, se pretende dar respuesta a la pregunta de investigación ¿Cuáles son las necesidades nutricionales de atletas escaladores adultos?

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1. Objetivo General:**

Describir las necesidades nutricionales de atletas escaladores adultos elite mediante una revisión de literatura.

### **4.2. Objetivos Específicos:**

- Caracterizar la composición antropométrica en atletas escaladores adultos elite mediante una revisión de literatura.
- Describir el gasto energético en atletas escaladores adultos elite mediante una revisión de literatura.
- Describir los requerimientos de los nutrientes más estudiados en atletas escaladores adultos elite mediante una revisión de literatura.

## **5. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1. Tipo de estudio:**

Para la elaboración de este trabajo de grado se llevó a cabo una revisión de literatura, la cual reúne diferentes investigaciones y artículos que da una idea sobre el estado actual de la pregunta de investigación. En la revisión se realiza una valoración crítica de otras investigaciones sobre las necesidades nutricionales del atleta escalador. Utilizando como agrupación específica de palabras clave y términos MeSH en inglés a los conceptos de "atleta", "escalador", "necesidades nutricionales" y "adulto". En las bases de datos EbscoHost, Scopus, PubMed, Web of Science y Google Scholar.

### **5.2. Población de estudio:**

Atletas escaladores elite mayores de 20 años de todo el mundo.

### **5.3. Variables del estudio:**

- Composición corporal: (talla, peso, porcentaje de grasa corporal, masa grasa, masa libre de grasa)
- Parámetros fisiológicos durante la escalada: (Frecuencia cardíaca, consumo de oxígeno y gasto energético)

- Ingesta: (macronutrientes y micronutrientes)

#### **5.4. Diseño de investigación:**

Se llevó a cabo una selección de artículos que incluyeron estudios o intervenciones, no se contempló ventana de tiempo, se utilizaron las bases de datos EbscoHost, Scopus, PubMed, Web of Science, y Google Scholar.

#### **5.5. Búsqueda y selección:**

##### **5.5.1. Criterios de elegibilidad:**

- Artículos sin contemplar una ventana de tiempo debido a la escasa evidencia científica
- Publicaciones que se encontraran en idioma inglés o español.
- Publicaciones sobre las necesidades nutricionales de atletas escaladores adultos
- Publicaciones donde el sujeto del estudio o intervención fueran adultos mayores de 20 años que estén en la categoría elite tanto como en la modalidad Boulder, dificultad, velocidad en rocódromo y roca.
- Publicaciones que se encontraran en las bases de datos EbscoHost, Scopus, PubMed, Web of Science y Google Scholar.
- Publicaciones que en su título contaran con algunas de las palabras claves o términos MeSH seleccionados

##### **5.5.2. Criterios de exclusión:**

- Publicaciones donde el sujeto del estudio o intervención tenga alguna patología
- Publicaciones donde el sujeto de estudio o intervención sean menores de 20 años

**5.6. Estrategias de búsqueda inicial:** Términos utilizados para la generación de la cadena de búsqueda en las bases de datos (Tabla 1).

<b>Grupo</b>	<b>Palabras claves</b>	<b>Termino MeSH</b>
Nutricion en atletas escaladores	Nutrition ,climbing athlete, energy,macronutrients,diet,energy,rock climbers	Energy Metabolism*,Exercise Test,Heart Rate,Humans,Isometric Contraction,Lactates / blood Oxygen Consumption*Physical Endurance Posture ,Running / physiology Sports / physiology* "[MeSH Terms]
Atletas escaladores	<b>Climbers</b> , sport climber,climb, muscles rock climbers, elite climbers, Physiology	Anthopometry, body composition,Muscle,Humans"[MeSH Terms]
<b>Población adulta elite</b>	Adult, body composition, elite	"Adult "[MeSH Terms]

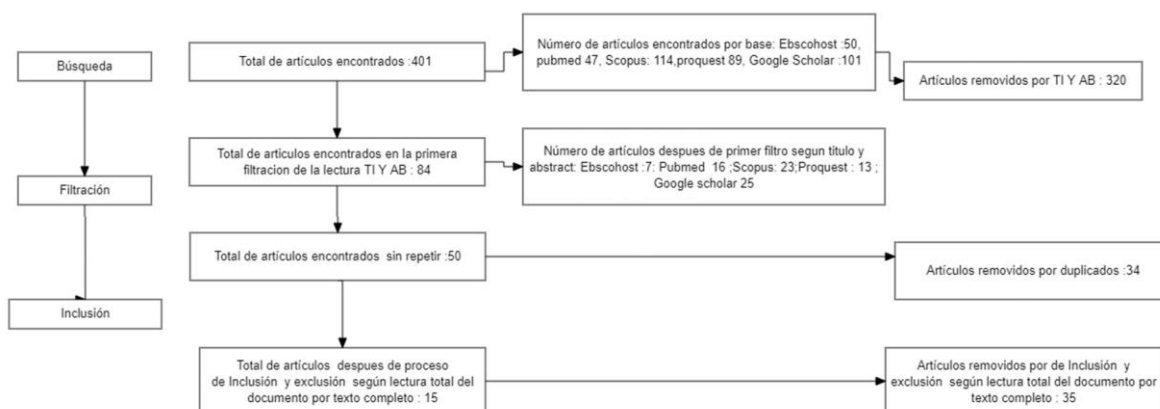
**Tabla 1. Estrategias de búsqueda inicial**

**Fuente:** Elaboración propia

### 5.7. Proceso de recolección y análisis de literatura final

La búsqueda se realizó en las bases de datos EbscoHost, Scopus, PubMed, Proquest y en el buscador Google Scholar. Se identificaron un total 401 artículos en las cinco bases de datos utilizadas en esta revisión de literatura. Se encontraron 84 artículos en la primera filtración de abstract y título, por lo cual se eliminaron 320. Se aplicó criterios de exclusión como son: los rangos de edad, la categoría, o que presente alguna patología. Mucho de ellos eran duplicados quedando así 50, eliminando 34. Se procedió a buscar dichos artículos para comenzar la lectura completa de cada uno, con lo que se excluyó 35 artículos ya que no se relacionan directamente en ningún momento de la investigación, se eliminó 4 revisiones de literatura debido a que la mayoría de información promediaba sexo, categoría o faltaban datos como lo son: el tipo de muestra, la edad. Finalmente se seleccionaron 15 los cuales contaban con todos los criterios de inclusión descritos en la (Figura 1).

**Figura 1. Diagrama de flujo de recolección y análisis de literatura final según los criterios de inclusión y exclusión de artículos**



Ti: Título / AB: Abstract

Fuente: Elaboración propia

### 5.8. Descriptores de búsqueda inicial:

Para cada una de las cinco bases de datos se creó tres cadenas de búsqueda la cual se diseñó mediante la aplicación de operadores y palabras claves. Se fueron modificando hasta quedar con las cadenas de búsqueda finales (Ver Tabla 2), también se señalan el número de artículos que cumplieron con los criterios de búsquedas establecidas en dichas cadenas y cuales artículos funcionaban según el criterio de inclusión ya que muchos de estos artículos no funcionaban para esta investigación.



**Tabla 2. Cadenas de búsqueda finales y número de resultados según base de datos.**

Base de datos	Numero de búsquedas	Artículos que funcionan según los criterios inclusión	Operadores de búsqueda utilizados
	14	4	TI, AB ((climbers or "rock climb*") AND (nutrition or diet or intake) AND (energy))
	35	5	TI, AB ((climb* or rock climb*) AND (nutrition* or diet or intake) AND (energy expenditure or demands))
	1	0	TI,AB ((climbers) AND (cost )AND (energy))
EBSCO	20	5	(climbers[Title/Abstract] OR "rock climb*")[Title/Abstract] AND (nutrition [Title/Abstract] OR diet[Title/Abstract] OR intake)[Title/Abstract] AND (energy)[Title/Abstract]
Pubmed	17	5	(climb*[Title/Abstract] OR rock climb* )[Title/Abstract] AND (nutrition*[Title/Abstract] OR diet[Title/Abstract] OR intake)[Title/Abstract] AND (energy expenditure[Title/Abstract] OR demands)[Title/Abstract]
	10	6	((climbers[Title/Abstract]) AND (cost[Title/Abstract])) AND (energy[Title/Abstract])
	22	10	TITLE-ABS-KEY ( ( climbers OR "rock climb*" ) AND ( nutrition OR diet OR intake ) AND ( energy ) )
SCOPUS	55	5	( TITLE-ABS-KEY ( climb* OR rock AND climb* ) AND TITLE-ABS-KEY ( nutrition* OR diet OR intake ) AND TITLE-ABS-KEY ( energy AND expenditure OR demands ) )
	37	9	TITLE-ABS-KEY ( ( climbers ) AND ( cost ) AND ( energy ) )
	37		TI, AB ((climbers or "rock climb*") AND (nutrition or diet or intake) AND (energy)) Filtro :article
Proquest	13	15	TI, AB ((climb* or rock climb*) AND (nutrition* or diet or intake) AND (energy expenditure or demands)) filtro : Humans, articule
	39		TI,AB ((climbers) AND (cost )AND (energy))
Google scholar	101	26	Macronutrient intake AND eating habits AND elite AND rock climbers AND BMI AND climbing AND climbers AND bone AND needs AND intake AND diet AND elte climbers

**Fuente:** Elaboración propia

## 6. RESULTADOS

### 6.1. Clasificación de los sujetos de estudio de los artículos seleccionados por sexo:

Se vió la necesidad de hacer una división de los artículos, teniendo la intención de identificar los comportamientos entre sexo (Hombre y mujer) observado en la Tabla 3.

**Tabla. 3 Resumen de Artículos reportados**

	No, De artículos con información de atletas elite
Atletas elite por sexo	
Hombres reportados	5
Mujeres reportadas	2
Hombres y mujeres discriminados en variables reportadas	5
Hombres y mujeres discriminados en variables antropométricas no discriminados en variables fisiológicos	1
Hombres y mujeres no discriminados variables reportadas	2
No, artículos Totales	15

**Fuente:** Elaboración propia

### 6.2. Características antropométricas de atletas escaladores adulto elite

Las variables antropométricas que se evaluaron en esta revisión son: edad, sexo, talla, peso, % grasa, IMC(Kg/m<sup>2</sup>), grasa (kg) y masa magra en (kg) evidenciado en la Tabla 4. Se clasifico por sexo (Femenino y masculino); los que no reportan sexo son aquellos que combinaron tanto como hombre como mujeres. Los datos antropométricos obtenidos para los dos sexos en la presente investigación muestran que los escaladores presentan un rango de edad de 20- 43 años en hombres y 25-33 años en mujeres. El peso corporal oscila en un rango de 62- 82 kg en hombres y alrededor de 53-58 Kg en mujeres, en cuanto al porcentaje de grasa se encuentran en un rango de 5-15% en hombres y 14-23 % en mujeres; estos valores varían según el método del estudio. Por último, se logra observar que la masa magra en hombres está en un rango de 60-70 kg y en mujeres de 43-49 kg y un IMC de 20-24 kg/m<sup>2</sup> en hombres y 20-22 en mujeres kg/m<sup>2</sup>.

**Tabla 4. Informe resumido de características antropométricas de atletas escaladores adulto elite**

Autor	Escaladores	edad(años)	Talla(cm)	peso(kg)	IMC (kg/m <sup>2</sup> )	%graso	(Kg) MG	(Kg) MLG	Características antropométricas	
									Los valores están en promedio por cada artículo, (x) los artículos que no reportan sexo son porque no discriminaron.	Los valores no reportados / MG: masa grasa /MLG: masa libre de grasa
(Mermier, 1997)	9 (M)	26,7	175,7	66,3	20,1	6,8	4,5	61,8		
(Booth, Marino, Hill, & Gwinn, 1999)	7(M)	25,0	175,7	62,6	20,3	NR	NR	NR		
(Sheel, Seddon, Knight, McKenzie, & Warburton, 2003)	3(M)	25,0	172,0	72,0	24,3	5,9	4,2	67,8		
(Kemmler et al., 2006)	20(M)	28,0	178,1	67,4	21,2	11,0	7,4	60,0		
(Rodio, Fattorini, Rosponi, Quattini, & Marchetti, 2008)	8(M)	43,0	177,0	71,9	22,9	11,8	8,5	63,4		
(Merrells, Friel, KNRus, & Suh, 2008)	2(M)	21,0	NR	82,1	NR	15,1	12,4	69,7		
(Ueland, Harris, Kloubec, & Kirik, 2020)	11(M)	30,5	180,0	79,1	24,2	12,4	9,8	69,3		
(Limonta et al., 2018)	6(M)	20,7	177,0	67,8	21,6	9,8	6,6	61,2		
(Przeliorz-Pyszczyk, Gotåbek, & Regulska-Ilow, 2019)	35(M)	27,8	180,0	72,4	23,1	10,0	7,2	65,2		
(Sas-Nowosielski & Judyta, 2019)	13(M)	20,0	177,0	68,8	21,8	NR	NR	NR		
(Gibson-Smith, Storey, & Ranchordas, 2020)	20(M)	29,1	177,0	69,4	22,1	12,0	8,3	61,1		
(Gajdošík, Baláš, & Draper, 2020)	10(M)	31,3	178,3	69,2	21,8	NR	NR	NR		
(Mermier, 1997)	5(F)	32,4	164,7	54,5	21,5	14,6	8,0	46,5		
(Rodio, Fattorini, Rosponi, Quattini, & Marchetti, 2008)	5(F)	31,0	168,0	57,2	20,2	14,3	8,2	49,0		
(Ueland, Harris, Kloubec, & Kirik, 2020)	4(F)	28,0	160,0	54,8	22,4	21,0	11,5	43,3		
(Przeliorz-Pyszczyk, Gotåbek, & Regulska-Ilow, 2019)	14(F)	25,4	166,0	58,2	21,0	20,7	12,0	46,2		
(Sas-Nowosielski & Judyta, 2019)	10(F)	NR	164,5	55,1	20,4	NR	NR	NR		
(Gibson-Smith, Storey, & Ranchordas, 2020)	20(F)	31,4	166,8	58,5	21,1	22,9	13,4	45,1		
(Gajdošík, Baláš, & Draper, 2020)	4(F)	31,3	162,8	53,5	20,2	NR	NR	NR		
(Baláš et al., 2021)	11(F)	29,8	168,3	58,1	21,9	NR	NR	NR		
(Watts & Drobnish, 1998)	17	26,0	NR	70,6	NR	NR	NR	NR		
(Bertuzzi, Franchini, Kokubun, & Kiss, 2007)	6	20,1	173,3	62,4	20,8	6,6	4,1	58,3		

Fuente: Elaboración propia

### 6.3. Parámetros fisiológicos durante la escalada en atletas escaladores adulto elite

Los artículos que reportan variables fisiológicas son ocho de quince, de los cuales dos eran solo de hombres y uno era solo de mujeres, dos discriminaban entre hombre y mujeres y tres de ellos no discriminaban entre hombres mujeres. Esto se ve evidenciado en la Tabla 5. Se recopiló los principales resultados para esta investigación durante la escalada, tomando como referencia la clasificación según el sexo, el peso, la muestra, la frecuencia cardíaca, consumo de oxígeno y gasto calórico durante la escalada.

La frecuencia cardíaca durante la escalada en hombres está en un rango de 133-190 ppm, con VO<sub>2</sub> 28-47 ml/kg/min y un gasto calórico de 9.8 -10,7 kcal/min frente a la mujer hubo valores más bajos en todos los parámetros; su frecuencia cardíaca está dentro de un rango de 140-145 ppm, un VO<sub>2</sub> 24-28 ml/kg/min y su gasto energético durante la escalada está en un rango de 7-9,8 kcal/min.

**Tabla 5. Informe resumido de parámetros fisiológicas durante la escalada en atletas escaladores adulto elite**

Autor	Escaladores	Edad (años)	FC ppm	VO <sub>2</sub>		GC durante la escalada kcal/ min	GC durante la escalada (kcal/kg)
				ml/kg/min	peso(kg)		
(Booth, Marino, Hill, & Gwinn, 1999)	7(M)	25	190.0	43,8	62,6	NR	NR
(Sheel, Seddon, Knight, McKenzie, & Warburton, 2003)	3(M)	25	188.0	47,3	72,0	NR	NR
(Rodio, Fattorini, Rosponi, Quattini, & Marchetti, 2008)	8(M)	43	164.0	28,3	71,9	9,8	704,6
(Gajdošik, Baláš, & Draper, 2020)	10(M)	31,3	133	25,9	69,2	10,7	740,4
(Rodio, Fattorini, Rosponi, Quattini, & Marchetti, 2008)	5(F)	31	144.0	27,5	57,2	9,8	560,6
(Gajdošik, Baláš, & Draper, 2020)	4(F)	31,3	145.0	25,2	53,5	8,2	438,7
(Baláš et al., 2021)	11(F)	29,8	140.0	24,7	58,1	7	406,7
(Mermier, 1997)	11 X	29,5	153.0	27,5	60,4	12,6	834,7
(Watts & Drobish, 1998)	17 X	26	162.6	32.0	70,6	11.0	776,6
(Bertuzzi, Franchini, Kokubun, & Kiss, 2007)	6 X	20,1	181.0	38,6	62,4	14	873,6

Los valores tanto de Frecuencia cardíaca (FC), consumo de oxígeno (Vo<sub>2</sub>), y Gasto calórico (GC) son durante la sesión de escalada, Los valores están en promedio por cada artículo, los artículos que no reportan sexo son porque no discriminaron( X ) NR: datos no reportados

**Fuente:** Elaboración propia

#### 6.4. Ingesta de energía, macronutrientes, micronutrientes y líquidos en atletas escaladores adulto elite

Los artículos que reportaban ingesta de energía, macronutrientes y líquidos fueron 6 artículos de 15, de los cuales solo 4 de ellos reportaban mujeres. Los datos reportados en la Tabla 6 refieren que los hombres tenían una ingesta de energía entre 2017-2683 kcal/día a diferencia de las mujeres que su rango de consumo es de 1734-2270 kcal/día. En cuanto a los macronutrientes reportaban un rango de consumo de proteína 1,3-1,7 g/kg/día en hombres y 1,3-1,6 g/kg/día en mujeres, en los carbohidratos tenían un rango de consumo de 3,7-5,2 g/kg/d en hombres y 3,2-4,7 g/kg/día en mujeres y un rango consumo de grasa de 0,8-1,1 en hombres y 1,2-1,6 g/kg/d en mujeres. Por último, el consumo de líquidos es de 2861-3020 ml en hombres y 2887 ml en mujeres.

**Tabla 6. Informe resumido de la ingesta energía, macronutrientes en atletas escaladores adulto elite**

Autor	Escaladores	edad	Energía(kcal)	Proteína (g/kg/d)	Carbohidratos(g/kg/d)	Grasa(g/kg/d)	Líquidos(ml)
(Kemmler et al., 2006)	20 (M)	28	2666	1,3	5,2	1,1	2861
(Merrells, Friel, KNRus, & Suh, 2008)	2(M)	21	2017	1,7	3,7	0,8	NR
(Ueland, Harris, Kloubec, & Kirk, 2020)	11(M)	30,5	2683	1,6	3,9	1,3	NR
(Przełorz-Pyszczek, Gołąbek, & Regulska-Ilow, 2019)	35(M)	27,8	2720	1,7	4,6	1,4	3020
(Sas-Nowosielski & Judyta, 2019)	13(M)	20	2337	1,6	4,1	1,2	NR
(Gibson-Smith, Storey, & Ranchordas, 2020)	20(M)	29,1	2038	1,6	3,7	1,4	NR
(Ueland, Harris, Kloubec, & Kirk, 2020)	4(F)	28	1940	1,6	3,2	1,6	NR
(Przełorz-Pyszczek, Gołąbek, & Regulska-Ilow, 2019)	14(F)	25,4	1953	1,3	4,7	1,2	2887
(Sas-Nowosielski & Judyta, 2019)	10(F)	NR	1734	1,3	3,7	1,2	NR
(Gibson-Smith, Storey, & Ranchordas, 2020)	20(F)	31,4	2270	1,6	3,8	1,3	NR

Los valores están en promedio por cada artículo, se clasifico según el sexo

NR: datos no reportados

**Fuente:** Elaboración propia

Los artículos que reportan micronutrientes fueron 4 de 6 y solo 2 de ellos reportaban mujeres. Estos valores se identifican en la tabla 7.

Dos artículos analizaron Calcio, Vitamina D, Fósforo, Potasio, Vitamina C y Vitamina E en hombres. Con una ingesta de 1123 y 1228 mg/d de calcio, 1,7 y 5,3 mg/d de Vitamina D, 1630 y 2118 mg/d de Fósforo, 3060 y 4485 mg/d de Potasio, 150 y 155 mg/d de Vitamina C, 11-16,5 mg/d de Vitamina E y solo un artículo reporto Calcio, Vitamina D, Fósforo, Potasio, Vitamina C y Vitamina E en mujeres, con un consumo de 900 mg/d en calcio y 4,2 mg/d en vitamina D, 1419 mg/d de Fósforo, 4000 mg/d de Potasio, 185 mg/d de Vitamina C y 11,4 mg/d de Vitamina E. En cuanto al hierro tres artículos analizaron este nutriente en hombres con un registro de consumo de 15,20 y 13 mg/d; frente a las mujeres que solo dos artículos reportaron este nutriente con una ingesta de 15 mg/d. En cuanto al sodio dos artículos analizaron este nutriente con una ingesta de 2886 y 3260 mg/d en hombres y 4556 mg/d y 1473 mg/d en mujeres.

**Tabla 7. Informe resumido de la ingesta de micronutrientes en atletas escaladores adulto elite**

Autor	Escaladores				Vit			E		
	es	edad(años)	calcio(mg/d)	fósforo(mg/d)	Potasio(mg/d)	Hierro(mg/d)	C(mg/d)		D(mg/d)	Vit E (mg/d)
(Kemmler et al., 2006)	20 (M)	28	1123	1630	3060	15	155	1,7	11	NR
(Przełorz-Pyszczek, Golańbek, & Reguliska-Ilow, 2019)	35(M)	27,8	1228	2118	4485	20	150	5,3	16,5	2886
(Gibson-Smith, Storey, & Ranchordas, 2020)	20(M)	29,1	NR	NR	NR	13	NR	NR	NR	NR
(Ueland, Harris, Kloubec, & Kirk, 2020)	11(M)	30,5	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	3260
(Ueland, Harris, Kloubec, & Kirk, 2020)	4(F)	28	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	4556
(Przełorz-Pyszczek, Golańbek, & Reguliska-Ilow, 2019)	14(F)	25,4	900	1419	4000	15	185	4,2	11,4	1473
(Gibson-Smith, Storey, & Ranchordas, 2020)	20(F)	31,4	NR	NR	NR	15	NR	NR	NR	NR

Los valores están en promedio por cada artículo, se clasifico según el sexo  
NR: datos no reportados

**Fuente:** Elaboración propia

## **7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

La escalada deportiva ha aumentado en número de competiciones que se realizan en el mundo y por ende ha sido más conocido (Ueland, Harris, Kloubec, & Kirk, 2020). Los escaladores de todas habilidades (velocidad, dificultad, Boulder) y profesionales que los acompañan que están interesados en aumentar el rendimiento se beneficiarían de esta investigación ya que el propósito de ésta es describir las necesidades nutricionales de atletas escaladores adultos elite mediante una revisión de literatura sin contemplar una ventana de tiempo debido a la escasa información.

Teniendo en cuenta la importancia del estado nutricional y los factores que influyen en él, se vio la necesidad de analizar en la composición corporal, variables fisiológicas durante la escalada y la ingesta de nutrientes teniendo en cuenta las características según el sexo.

### **7.1. Composición corporal**

Los autores que evaluaron la composición corporal del atleta escalador adulto elite, tuvieron en cuenta, la altura, el peso corporal, la masa magra libre de grasa, y el porcentaje de grasa corporal expuestos en la ((Tabla 4)) , y reportan que los datos difirieron entre hombres y mujeres, las cuales son diferencias esperadas entre géneros(Watts, 2004). Los quince (15) artículos presentan un IMC dentro de un rango de normalidad para ambos sexos, pero cabe resaltar que es una medida poblacional, por lo cual no es un valor muy útil para deportista de alto rendimiento ya que la relación peso/ estatura difiere debido a que los atletas escaladores elite poseen mayor cantidad de masa magra (Vargas Melier, 2010). Es importante mencionar que el porcentaje de grasa corporal es la variable más investigada durante los últimos 20 años, pero en los estudios de esta investigación se encuentra que, cada autor realizó un método diferente de obtención de porcentaje graso entre ellos está: Kemmler et.al, utilizo DEXA a diferencia de los estudios de Merrells, et al., Ueland et al., Przeliorz-Pyszczyk et al, utilizaron la impedancia bioeléctrica. Por último, los estudios de Sheel et.al, Mermier et.al, Rodio et al., y Gibson et al., usaron el método de pliegues cutáneos. Ahora bien, es claro que cada uno de ellos tiene diferentes escalas de interpretación, pero llama la atención que frente a los resultados que se obtuvieron todos están dentro en un rango de 5-15% en hombres y 14-23 % en mujeres, algunos autores refieren bajo porcentaje de grasa corporal según los estudios de Shell, Kemmler, Ueland, Bertuzzi, Przeliorz, Mermier, es por ello que se ve la necesidad de analizar el consumo energético en relación a su gasto calórico para identificar que este indicador no sea un factor de riesgo para el atleta y contribuir al deterioro de su salud.

En el estudio de Merrells se identificó que los escaladores durante un viaje de escalada restringen su ingesta energética esto debido a que por sus largos días escalada buscan minimizar el peso de sus maletas y priorizar el equipo de escalada; lo cual se reportó pérdida de peso, pérdida de masa magra y además porcentaje graso, colocando así en riesgo su salud, sin embargo se necesita realizar más investigaciones debido a que se realizó solo en dos deportistas (Merrells, Friel, Knaus, & Suh, 2008). Se concluye que los datos antropométricos en la investigación de la escalada varían considerablemente esto depende tanto nivel de escalada, consumo energético, entrenamiento y método de medición (Gibson-Smith, Storey, & Ranchordas, 2020).

Los escaladores presentan valores de masa libre superiores debido a su alta intensidad y duración de entrenamiento (Kemmler et al., 2006). Se sabe que tejido magro está incluido en los componentes funcionales del organismo implicados en procesos metabólicos, es por ello que los requerimientos nutricionales están relacionados, (Carbajal, 2002), teniendo en cuenta lo anterior, los escaladores presentan una alta demanda energética debido a su cantidad de masa magra. Ahora bien, llama la atención que varios artículos de esta investigación no amplían más sobre las otras variables antropométricas como son la medición de perímetro de antebrazo, la longitud de la brazada y además de ello la cantidad de deportistas de todos los estudios fue mínima, por ende, se abre un campo de investigación para ampliar la información.

## **7.2. Parámetros fisiológicos durante la escalada**

Los factores fisiológicos se evaluaron en distintas pruebas simulando el ascenso del escalador en cada vía. En esta revisión recopila la información durante la escalada de lo que es frecuencia cardíaca, VO<sub>2</sub> y gasto energético resumido en la ((Tabla 5)).

El VO<sub>2</sub> y la frecuencia cardíaca durante la escalada han sido monitorizados en un muro artificial reportados en los estudios de Mermier et al., Sheel et al., Bertuzzi et al., Ueland et al., Gajdošík et al., Baláš et al., también se han evaluado en roca natural analizados en los estudios de Rodio et al., y Booth et al., por último los estudios que refieren el uso de treadmill (pared giratoria) para monitorizar estos parámetros son Watts et al. Booth et al., Limonta et al., Gajdošík et al., Baláš et al.



Este deporte se caracteriza por tener series cortas de ejercicio de alta intensidad intercaladas con períodos de descanso cuya extensión no se puede estandarizar; creando así contracciones isométricas y movimientos estáticos (Mermier, 1997). Es por ello que los estudios tratan de simular una vía promedio para estandarizar aproximadamente el tiempo de escalada. Los autores : Limonta et al., Watts et al., y Gajdošík et al., realizaron pruebas por cada ascenso sin ninguna caída; con una aproximación de tiempo de 4 minutos, el estudio de Mermier realizó tres ensayos de dificultad creciente por ángulo en donde cada prueba tenía una duración de 5 minutos; frente al estudio de Baláš que duró 6 minutos , Rodio que tuvo una duración promedio de 9 minutos aproximadamente y por ultimo Booth con 7 minutos de ascenso por prueba.(Baláš et al., 2021; Limonta et al., 2018; Watts & Drobish, 1998).

Los resultados logran identificar que los valores más altos de los parámetros fisiológicos son en los hombres frente a él de las mujeres esto relacionado a la composición corporal debido a que los escaladores masculinos poseen mayor masa magra ((Tabla 4)).

Los diferentes estudios realizados se ejecutaron durante el ejercicio es decir durante el tiempo de cada prueba anteriormente expuesto, lo cual todos ellos reportan un desproporción siendo la frecuencia cardiaca más alta frente al VO<sub>2</sub>; debido a que durante la escalada reportan que los músculos y en particular los músculos del antebrazo están sujetos a una gran carga isométrica esto se aumenta según el tiempo, la experiencia del escalador y la inclinación debido a que los ángulos más pronunciados generan mayor tensión (Booth, Marino, Hill, & Gwinn, 1999; Gajdošík, Baláš, & Draper, 2020).

A medida que el escalador asciende se crea una mayor tensión en parte superior y una menor en las piernas (Booth et al., 1999) en consecuencia a esto se generan contracciones isométricas intermitentes en la parte superior del cuerpo (Sheel, Seddon, Knight, McKenzie, & Warburton, 2003), acompañadas de posiciones estáticas para el control de la postura (Bertuzzi, Franchini, Kokubun, & Kiss, 2007). En el trabajo estático no se produce movimientos visibles, estos movimientos aumentan la presión en el interior del musculo, junto a la compresión mecánica, por lo cual obstruyen la circulación. Además, en respuesta al ejercicio hay un aumento del gasto cardíaco, una redistribución del flujo sanguíneo al músculo esquelético en funcionamiento (Sheel et al., 2003), y un acumulo de los metabolitos dentro del tejido en función que activan señales metabólicas provocando un patrón de respuesta diferente, debido a la activación muscular y por ende termina en fatiga.

La fatiga muscular y el acumulo de metabolitos desencadena un reflejo llamado metabo-reflejo que provoca una potente respuesta mediada por el sistema nervioso simpático (Bertuzzi et al., 2007) aumentando la frecuencia cardíaca, la movilización del volumen sanguíneo, y vasoconstricción es decir la restricción en flujo sanguíneo localizado para la contracción del musculo (Mermier, 1997) y por ende desproporcional consumo de oxígeno. También se atribuye a la posición del brazo sobre la cabeza (Rodio et al., 2008) y la posibilidad del aumento de la frecuencia cardíaca debido al factor psicológico asociado a la ansiedad o estrés de la altura (Sheel, Seddon, Knight, McKenzie, & Warburton, 2003).

Por último el costo energético durante la escalada se calculó a partir de VO<sub>2</sub> neto de acenso y la relación intercambio respiratorio (Baláš et al., 2021; Gajdošík et al., 2020; Watts & Drobish, 1998) influenciado principalmente por la velocidad, inclinación, experiencia debido a que estos factores pueden influir en el tiempo de escalada (Watts & Drobish, 1998) y además por el sexo y la composición corporal por ende por cada acenso de escalada se requiere un promedio que oscila en un rango de a 9,8 kcal -10,7 kcal/min , Watts sugiere que la escalada requiere de 8,4 a 9,0 METs lo cual se sugiere que es casi lo mismo que correr a 9-10 km/h , por lo cual se considera que presentan una intensidad elevada (Abellán, Sainz De Baranda Andujar, & Ortín, 2014).

### **7.3. Ingesta energía macronutrientes, micronutrientes y líquidos**

En cuanto la ingesta de energía de macronutrientes, se clasificó por sexo y se promedió por cada artículo, así como se presenta en la sección de resultados ((Tabla 6)). En estos estudios se crearon protocolos de ingesta retrospectiva con recordatorios de 24 horas. Los autores que refieren el tema de ingesta evaluaron un período de ingesta entre 3 a 7 días.

En el estudio Merrells et.al. y Przeliorz et al., reportan una ingesta inadecuada de carbohidratos, proteína, y con un adecuado consumo de grasa; a diferencia del estudio Sas et al., Ueland et al. y Gibson et al., que atribuyen este desbalance al bajo consumo de carbohidratos, pero reportan una ingesta adecuada de proteínas y grasas, por ende todos estos autores concluyen que hay ingesta de energía subóptima en relación a la escalada, a diferencia de Kemmler en donde refiere que tienen un adecuado consumo tanto energético como de macronutrientes. Cabe resaltar que los requerimientos nutricionales de los atletas escaladores son bastante altos, esto se relaciona con su masa magra y su gasto energético

durante la escalada, por lo cual se han establecido protocolos que varían según los regímenes de entrenamiento, ya sean moderados o intensos. Según la academia de Nutrición y Dietética, Dietistas de Canadá y el Colegio Americano de Medicina Deportiva, los atletas con una intensidad de entrenamiento alta deben consumir entre 6-12 g/kg/d para así prevenir el agotamiento del glucógeno (Przeliorz-Pyszczek, Gołabek, & Regulska-Ilow, 2019) y por lo menos una cantidad de proteína de 1,2-2 g/kg/d (Smith, Storey, & Ranchordas, 2017) para prevenir el catabolismo muscular.

Se ha visto que los escaladores poseen un gran porcentaje de población vegetariana o vegana que además de tener un ingesta subóptima tienen un mayor riesgo de insuficiencia proteica debido a que la biodisponibilidad es menor y además generalmente carecen de aminoácidos esenciales y necesitan acoplarse a estrategias más específicas para así garantizar su recuperación y su rendimiento no se vea comprometido (Gibson-Smith et al., 2020).

Pocos autores relatan sobre el consumo de agua, pero en los que se ha evaluado indican que los escaladores tienen un adecuada ingesta (Kemmler et al., 2006; Przeliorz-Pyszczek et al., 2019), por lo cual trae beneficios para el atleta escalador debido a que entre mejor este hidratado más tiempo podrá sostener la escalada (Merrells et al., 2008).

Ahora bien, la restricción energética, hace que el atleta corra el riesgo de tener una baja disponibilidad de energía debido a su inadecuada alimentación; ya que el volumen de ejercicio es bastante. A menudo esta tendencia se observa debido a que escalador deportivo busca tener un peso corporal y porcentaje de grasa corporal bajo (Przeliorz-Pyszczek et al., 2019) lo cual expondría a los atletas escaladores a deficiencias nutricionales (Sas-Nowosielski & Judyta, 2019) de hecho se nombra la deficiencia de energía relativa en el deporte (RED-S) debido al insuficiente consumo de energía que presentan los atletas escaladores para cumplir con las necesidades fisiológicas optimas pueden traer consecuencias negativas para salud, en cuanto los sistemas funcionales del cuerpo que afectan, la concentración, aumenta el riesgo de lesiones, la efectividad del entrenamiento, entre otras (Gibson-Smith et al., 2020) Se identificó una insuficiente información en cuanto a micronutrientes, además que no todos reportaban lo mismo, es por ello por lo que no se puede hacer comparación entre estos. Entre los artículos que referían micronutrientes está el estudio de Kemmler et al., que indicaba que los escaladores de su estudio tienen un óptimo consumo del calcio y fósforo., en el estudio Przeliorz et al. afirma que según los resultados de la ingesta de los participantes tanto

masculinos como femeninos se ha superado el aporte de fósforo, cobre, magnesio, vitamina A, vitamina B12, pero resaltan un bajo aporte de vitamina D y aporte adecuado de Vitamina E, hierro y sodio.

En el estudio de Gibson et al., refiere que la ingesta de hierro y encontró que la población masculina cumple, pero las mujeres no cumplen con el requerimiento según DRI (Gibson-Smith et al., 2020) esto se puede atribuir a que sus necesidades son mucho más altas esto lo asocian a la reducción en la ingesta energética lo cual se relaciona proporcionalmente a un bajo consumo de este nutriente. Por último en el estudio Ueland et al., contemplaba que la ingesta de sodio es alta en los hombres esto puede atribuirse a el alto consumo de ultra procesados; refieren que esto puede causar efectos adversos para su entrenamiento (Ueland et al., 2020)

Ahora bien se reporta que los escaladores para reducir su porcentaje de grasa corporal y mejorar lo que es la relación fuerza /peso reducen su suministro de energía (Przeliorz-Pyszczek et al., 2019) Teniendo en cuenta su bajo contenido corporal, su alto gasto energético y su insuficiente ingesta calórica puede resultar en trastornos alimentarios, deficiencias nutricionales por lo cual muchas instituciones de escalada deportiva como lo son la IFSC y comisión médica de la UIAA crean una alarma debido a que atleta escalador puede atentar contra su salud (Sas-Nowosielski & Judyta, 2019).

Finalmente se logró analizar que las grandes limitaciones en todos los estudios principalmente el vacío de información, la muestra poblacional, la caracterización por sexo, el método de medición de la composición corporal. También se destaca el hecho de que la escalada es un deporte muy nuevo y atípico por lo cual es muy difícil estandarizar protocolos de prueba y en cuanto a la ingesta algunos atletas subestimaron la cantidad consumida en los alimentos.

## 8. CONCLUSIONES

El presente trabajo analiza los resultados obtenidos por diferentes autores que analizan parámetros diversos, se concluyó que:

- Según la literatura la composición de los atletas escaladores se caracteriza por tener un bajo índice de grasa y un mayor contenido de masa magra en comparación a la población promedio.
- Todos los estudios que se han realizado han reportado el mismo patrón no lineal entre frecuencia cardíaca y consumo de oxígeno debido a las contracciones isométricas intermitentes, acompañadas de posiciones estáticas, estas generan señales metabólicas provocando un patrón de respuesta diferente y también se atribuye a la posición del brazo sobre la cabeza y factor psicológico.
- La recopilación de estos datos nos indica que la escalada sirve para aumentar tanto la resistencia muscular como capacidad respiratoria.
- El análisis de la ingesta dio a conocer que los deportistas no cumplen con sus necesidades nutricionales, la nutrición es uno de los factores más importante que determina el rendimiento deportivo, bienestar, optimización y recuperación por tanto los atletas deben consumir una alimentación en cuanto calidad y cantidad adecuada para así satisfacer sus necesidades específicas y evitar trastornos de la conducta alimentaria; es por ello que un profesional en el área de nutrición debe llevar al deportista a crear conciencia y beneficios tanto en su salud como en su rendimiento y la realización de recomendaciones nutricionales específicas. Cabe aclarar que se necesitan más estudios que evalúen tanto macro/micronutrientes.
- Se encontró un vacío en la información en todas las variables analizadas, además la población evaluada representa una muestra poco significativa.

## 9. RECOMENDACIONES

Se sugieren las siguientes recomendaciones:

Al momento de implementar este trabajo informativo con el fin de aportar al rendimiento de la escalada deportiva, se busca contribuir integralmente a la expansión de conocimiento sobre este deporte en cuanto a sus necesidades nutricionales que dependen de muchos factores.

- Se recomienda realizar estudios por cada tipo de modalidad debido a que son totalmente diferentes y probablemente varié la información.
- Se sugiere realizar un estudio donde se describa la relación entre composición corporal y parámetros fisiológicos.
- Se propone realizar un estudio sobre hábitos alimentarios de los atletas escaladores elite.
- Contribuir al desarrollo de recomendaciones y estrategias nutricionales específicas para el atleta escalador elite.
- Debido a la cantidad limitada de estudios en cuanto a ingesta de nutrientes composición corporal y parámetros fisiológicos, se recomienda la realización de más investigaciones en donde haya una población más grande y que caractericen la población por sexo.

## 10. Bibliografía

- Abellán, J., Sainz De Baranda Andujar, A. P., & Ortín, E. J. O. (2014). *Guía para la Prescripción de Ejercicio Físico en Pacientes con Riesgo Cardiovascular SEH-LELHA Sociedad Española de Hipertensión Liga Española para la Lucha contra la Hipertensión Arterial Sociedades Autonómicas de Hipertensión.*
- Baláš, J., Gajdošík, J., Krupková, D., Chrastinová, L., Hlaváčková, A., Bačáková, R., & Giles, D. (2021). Psychophysiological responses to treadwall and indoor wall climbing in adult female climbers. *Scientific Reports*, *11*(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-82184-6>
- Bertuzzi, R. C. de M., Franchini, E., Kokubun, E., & Kiss, M. A. P. D. M. (2007). Energy system contributions in indoor rock climbing. *European Journal of Applied Physiology*, *101*(3), 293–300. <https://doi.org/10.1007/s00421-007-0501-0>
- Booth, J., Marino, F., Hill, C., & Gwinn, T. (1999). Energy cost of sport rock climbing in elite performers. *Br J Sports Med*, *33*, 14–18. <https://doi.org/10.1136/bjism.33.1.14>
- Carbajal, Á. (2002). Manual de nutrición y dietética. Recuperado el 14 de mayo de 2021, de <https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2013-07-24-cap-2-composicion-corporal55.pdf>
- Escuela colombiana de ingeniería. (2008). *GASTO ENERGÉTICO PROTOCOLO*, *Curso de Ergonomía.*
- Gajdošík, J., Baláš, J., & Draper, N. (2020). Effect of Height on Perceived Exertion and Physiological Responses for Climbers of Differing Ability Levels. *Frontiers in Psychology*, *11*, 997. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00997>
- Gibson-Smith, E., Storey, R., & Ranchordas, M. (2020). Dietary Intake, Body Composition and Iron Status in Experienced and Elite Climbers. *Frontiers in Nutrition*, *7*. <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.00122>
- Kemmler, W., Roloff, I., Baumann, H., Schöffl, V., Weineck, J., Kalender, W., & Engelke, K. (2006). Effect of exercise, body composition, and nutritional intake on bone parameters in male elite rock climbers. *International Journal of Sports Medicine*, *27*(8), 653–659. <https://doi.org/10.1055/s-2005-872828>
- Limonta, E., Brighenti, A., Rampichini, S., Cè, E., Schena, F., & Esposito, F. (2018). Cardiovascular and metabolic responses during indoor climbing and laboratory cycling exercise in advanced and elite climbers. *European Journal of Applied Physiology*, *118*(2), 371–379. <https://doi.org/10.1007/s00421-017-3779-6>
- Mermier, C. M. (1997).

- Energy expenditure and physiological responses during indoor rock climbing. *British Journal of Sports Medicine*, 31(3), 224–228. <https://doi.org/10.1136/bjsm.31.3.224>
- Merrells, K. J., Friel, J. K., Knaus, M., & Suh, M. (2008). Following 2 diet-restricted male outdoor rock climbers: Impact on oxidative stress and improvements in markers of cardiovascular risk. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 33(6), 1250–1256. <https://doi.org/10.1139/H08-106>
- Przeliorz-Pyszczek, A., Gołabek, K., & Regulska-Ilow, B. (2019). EVALUATION OF THE RELATIONSHIP OF THE CLIMBING LEVEL OF SPORT CLIMBERS WITH SELECTED ANTHROPOMETRIC INDICATORS AND DIET COMPOSITION. *Central European Journal of Sport Sciences and Medicine* |, 28(4), 15–26. <https://doi.org/10.18276/cej.2019.4-02>
- Sas-Nowosielski, K., & Judyta, W. (2019). Energy and macronutrient intake of advanced Polish sport climbers. *Journal of Physical Education and Sport*, 19. <https://doi.org/10.7752/jpes.2019.s3119>
- Sheel, A. W., Seddon, N., Knight, A., McKenzie, D. C., & Warburton, D. E. R. (2003). Physiological response to indoor rock-climbing and thier relationship to maximal cycle ergometry. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(7), 1225–1231. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000074443.17247.05>
- Smith, E. J., Storey, R., & Ranchordas, M. K. (2017). Nutritional considerations for bouldering. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 27(4), 314–324. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2017-0043>
- Ueland, K., Harris, C., Kloubec, J., & Kirk, E. (2020). How Diet Impacts Performance in Rock Climbers: A Pilot Study. *Current Developments in Nutrition*, 4(Supplement\_2), 1769–1769. [https://doi.org/10.1093/cdn/nzaa066\\_024](https://doi.org/10.1093/cdn/nzaa066_024)
- Vargas Melier, L. Pb. M. (2010). GASTO ENERGÉTICO EN REPOSO Y COMPOSICIÓN CORPORAL EN ADULTOS. Recuperado el 19 de mayo de 2021, de <http://www.scielo.org.co/pdf/rfmun/v59s1/v59s1a06.pdf>
- Watts, P. B. (2004, abril). Physiology of difficult rock climbing. *European Journal of Applied Physiology*, Vol. 91, pp. 361–372. <https://doi.org/10.1007/s00421-003-1036-7>
- Watts, P. B., & Drobish, K. M. (1998). Physiological responses to simulated rock climbing at different angles. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30(7), 1118–1122. <https://doi.org/10.1097/00005768-199807000-00015>



## 11. Anexos

### Anexo 1. Tabla de sistemas de graduación por países (Sheel, 2004)

**Table 1** Approximation of how various climbing grading systems compare

British	Australia	YDS	UIAA	French
	19	5.10a	VI+	6a
5c	19/20	5.10b	VII-	6a+
	20	5.10c	VII	6b
5c+	21	5.10d	VII+	6b+
	21/22	5.11a	VII+/VIII-	6c
6a+	22	5.11b/c	VIII-	6c+
	23	5.11d	VIII	7a
6b	24	5.12a	VIII/VIII+	7a+
	25	5.12b	VIII+	7b
6b+	26	5.12c	IX-	7b+
	27	5.12d	IX	7c
	28	5.13a	IX/IX+	7c+
6c+	29	5.13b	IX+	8a
	30	5.13c	X-	8a+
7a	31	5.13d	X	8b
	32	5.14a	X+	8b+
7a+	33	5.14b	XI-	8c
	34	5.14c	XI	8c+
7b	35	5.14d	XI+	9a
	36	5.15a	XII-	9a+
	37	5.15b	XII	9b

YDS, Yosemite decimal system; UIAA, International Union of Alpinist Associations (Union Internationale d'Associations d'Alpinisme).

Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1724814/pdf/v038p00355.pdf>

## Anexo 2 : Matriz de la revisión de literatura

Actores	Área de problemática	Temática	Metodología	Instrumentos	Problemas	Objetivos	Componentes	Variables	Modelos	Conclusiones	Referencias
1	2007	Problemas de desarrollo del lenguaje	Metodología cualitativa	Entrevistas	Problemas de comunicación en niños con síndrome de Down	Objetivos: Describir el nivel de comunicación en niños con síndrome de Down de 3 a 5 años de edad.	Componentes: Comunicación verbal y no verbal.	Variables: Nivel de comunicación, edad, sexo.	Modelos: Modelo de comunicación.	Conclusiones: Los niños con síndrome de Down presentan un nivel de comunicación bajo.	Alfonso, J. (2007). Problemas de comunicación en niños con síndrome de Down. <i>Revista de Pedagogía</i> , 1(1), 1-10.
2	2011	Problemas de comunicación en niños con síndrome de Down	Metodología cualitativa	Entrevistas	Problemas de comunicación en niños con síndrome de Down	Objetivos: Describir el nivel de comunicación en niños con síndrome de Down de 3 a 5 años de edad.	Componentes: Comunicación verbal y no verbal.	Variables: Nivel de comunicación, edad, sexo.	Modelos: Modelo de comunicación.	Conclusiones: Los niños con síndrome de Down presentan un nivel de comunicación bajo.	Alfonso, J. (2011). Problemas de comunicación en niños con síndrome de Down. <i>Revista de Pedagogía</i> , 1(1), 1-10.
3	2011	Problemas de comunicación en niños con síndrome de Down	Metodología cualitativa	Entrevistas	Problemas de comunicación en niños con síndrome de Down	Objetivos: Describir el nivel de comunicación en niños con síndrome de Down de 3 a 5 años de edad.	Componentes: Comunicación verbal y no verbal.	Variables: Nivel de comunicación, edad, sexo.	Modelos: Modelo de comunicación.	Conclusiones: Los niños con síndrome de Down presentan un nivel de comunicación bajo.	Alfonso, J. (2011). Problemas de comunicación en niños con síndrome de Down. <i>Revista de Pedagogía</i> , 1(1), 1-10.
4	2007	Problemas de comunicación en niños con síndrome de Down	Metodología cualitativa	Entrevistas	Problemas de comunicación en niños con síndrome de Down	Objetivos: Describir el nivel de comunicación en niños con síndrome de Down de 3 a 5 años de edad.	Componentes: Comunicación verbal y no verbal.	Variables: Nivel de comunicación, edad, sexo.	Modelos: Modelo de comunicación.	Conclusiones: Los niños con síndrome de Down presentan un nivel de comunicación bajo.	Alfonso, J. (2007). Problemas de comunicación en niños con síndrome de Down. <i>Revista de Pedagogía</i> , 1(1), 1-10.
5	2007	Problemas de comunicación en niños con síndrome de Down	Metodología cualitativa	Entrevistas	Problemas de comunicación en niños con síndrome de Down	Objetivos: Describir el nivel de comunicación en niños con síndrome de Down de 3 a 5 años de edad.	Componentes: Comunicación verbal y no verbal.	Variables: Nivel de comunicación, edad, sexo.	Modelos: Modelo de comunicación.	Conclusiones: Los niños con síndrome de Down presentan un nivel de comunicación bajo.	Alfonso, J. (2007). Problemas de comunicación en niños con síndrome de Down. <i>Revista de Pedagogía</i> , 1(1), 1-10.
6	2007	Problemas de comunicación en niños con síndrome de Down	Metodología cualitativa	Entrevistas	Problemas de comunicación en niños con síndrome de Down	Objetivos: Describir el nivel de comunicación en niños con síndrome de Down de 3 a 5 años de edad.	Componentes: Comunicación verbal y no verbal.	Variables: Nivel de comunicación, edad, sexo.	Modelos: Modelo de comunicación.	Conclusiones: Los niños con síndrome de Down presentan un nivel de comunicación bajo.	Alfonso, J. (2007). Problemas de comunicación en niños con síndrome de Down. <i>Revista de Pedagogía</i> , 1(1), 1-10.

Id	Id de producto	Título	Resumen	Estado	Actividad	Asignación	Fecha	Vigencia	Componentes	Grupos de actividades	Presupuesto	Costo	Indicadores	Metas	Medio	Observaciones
1	2016	Programa de desarrollo tecnológico y científico en el área de...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
2	2017	Programa de desarrollo tecnológico y científico en el área de...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
3	2018	Programa de desarrollo tecnológico y científico en el área de...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
4	2019	Programa de desarrollo tecnológico y científico en el área de...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
5	2020	Programa de desarrollo tecnológico y científico en el área de...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
6	2021	Programa de desarrollo tecnológico y científico en el área de...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
7	2022	Programa de desarrollo tecnológico y científico en el área de...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
8	2023	Programa de desarrollo tecnológico y científico en el área de...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
9	2024	Programa de desarrollo tecnológico y científico en el área de...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
10	2025	Programa de desarrollo tecnológico y científico en el área de...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
11	2026	Programa de desarrollo tecnológico y científico en el área de...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
12	2027	Programa de desarrollo tecnológico y científico en el área de...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
13	2028	Programa de desarrollo tecnológico y científico en el área de...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
14	2029	Programa de desarrollo tecnológico y científico en el área de...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
15	2030	Programa de desarrollo tecnológico y científico en el área de...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...