

TRABAJO FINAL DE GRADO EN LOS ESTUDIOS DE NUTRICIÓN
HUMANA Y DIETÉTICA

CURSO 2019-2020



Universidad de Valladolid

AYUDAS ERGOGÉNICAS NUTRICIONALES EN DEPORTES CON
ENTRENAMIENTO CONCURRENTES

Autor: Javier Jiménez Jiménez

Tutor: Raquel Blasco Redondo

Fecha: 3 de septiembre de 2020

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1.	RESUMEN.....	2
2.	INTRODUCCIÓN.....	3
2.1.	Respuestas fisiológicas del entrenamiento de Crossfit y OCR.....	3
2.2.	Recomendaciones nutricionales en crossfit y OCR.....	7
2.3.	Suplementación en Crossfit y OCR.....	8
2.3.1.	Diagrama de decisiones de suplementación nutricional.....	8
2.3.2.	Cuadro de decisiones sobre la suplementación.....	9
2.3.3.	Reposición hidroeléctrica.....	10
2.3.4.	Carbohidratos.....	11
2.3.5.	Proteínas.....	11
2.3.6.	Micronutrientes.....	12
2.3.7.	Cafeína.....	12
2.3.8.	Creatina.....	12
2.3.9.	Nitritos y nitratos.....	13
2.3.10.	Beta alanina.....	13
2.3.11.	Bicarbonato.....	13
3.	OBJETIVOS.....	14
3.1.	Objetivo principal.....	14
3.2.	Objetivos secundarios.....	14
4.	MATERIAL Y MÉTODOS.....	15
5.	RESULTADOS.....	17
5.1.	Resultados obtenidos a través de la bibliografía.....	17
5.2.	Resultados obtenidos a través de la encuesta.....	20
6.	DISCUSIÓN.....	22
6.1.	Limitaciones de los estudios.....	22
7.	CONCLUSIONES.....	23
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	24
9.	ANEXOS.....	27
9.1.	Encuesta.....	27
9.2.	Ficha técnica.....	30

1. RESUMEN.

El crossfit y las carreras de obstáculos son deportes con características concurrentes, es decir, se centran en la mejora tanto de la fuerza como de la resistencia.

Este tipo de trabajo conlleva unas respuestas fisiológicas concretas que repercutirán en los objetivos nutricionales, en qué sustratos tendrán mayor importancia, y si fuera necesario, en algún tipo de ayuda ergogénica para complementar la dieta evitando la pérdida de rendimiento o déficits.

El desgaste que se da en estos atletas es tan alto que será esencial una estructuración de la dieta acorde a sus necesidades. Incluyendo los suplementos que favorezcan un desarrollo óptimo de la actividad.

El objetivo es ver qué tipo de estructura en la alimentación es mejor y valorar si es necesario suplementar. En este caso, valorar qué suplementos podrían ser útiles.

Se estudia la bibliografía que se ajusta a los objetivos filtrando en bases de datos como Pubmed y Cochrane Library, además de la búsqueda manual en revistas, libros y cursos. También realizamos una encuesta a la población que realiza estos deportes para ver si se suplementan, qué ayudas utilizan, etc.

Los resultados obtenidos muestran que estos deportistas, tanto a nivel profesional como amateur, no siguen un patrón alimenticio acorde con el desgaste que se da debido a las respuestas fisiológicas en estos entrenamientos. También observamos un uso de suplementos que ni si quiera tienen evidencia de efectividad.

Se llega a la conclusión de que la nutrición en estos deportes es diferente a la estándar, y que es necesaria la función de los profesionales del ámbito de la nutrición para guiar en la decisión de cómo alimentarse y mejorar el rendimiento a estos atletas.

Palabras clave: “supplements”, “ayudas ergogénicas nutricionales”, “crossfit”, “OCR”, “endurance”, “nutritional requirements crossfit”, “sport nutrition”, “muscular strength”, “dietary protein on muscle and resistance”.

2. INTRODUCCIÓN

Tanto el crossfit como las carreras de obstáculos se caracterizan por ser deportes que se desarrollan gracias a un entrenamiento con características concurrentes, esto es, que se basan en la mejora de las capacidades tanto de fuerza como de resistencia

Crossfit es un programa de fuerza y acondicionamiento utilizado para optimizar la competencia física en nueve ámbitos de acondicionamiento físico: resistencia cardiovascular/respiratoria, fuerza, flexibilidad, potencia, velocidad, coordinación, agilidad, equilibrio y precisión.

Es un entrenamiento de alta intensidad realizado con movimientos funcionales en los WOD (Workout Of the Day) o entrenamientos del día. Se realizan ejercicios con poco tiempo de descanso de forma lo más rápida posible. Se utilizan movimientos de gimnasia (como el pino, ejercicios en anillas...), ejercicios de levantamiento de pesas y ejercicios cardiovasculares. (1) (2) (3)

Las carreras de obstáculos u OCR (Obstacle Course Racing) son carreras en las cuales se debe superar desafíos físicos muy parecidos a las pistas militares. Las OCR combinan carreras de distancia de resistencia y obstrucciones físicas intensas, incluyendo correr a través del fuego, superar muros, y arrastrarse por fosos de barro cubiertos con alambre de púas. Con el crecimiento de la participación en los últimos años las pruebas se han ido haciendo cada vez más duras introduciendo nuevas pruebas sobre todo de suspensión. (4)

2.1. Respuestas fisiológicas del entrenamiento de Crossfit y OCR

Las respuestas fisiológicas dadas por la actividad física variaran en función de la actividad realizada, el tiempo, la intensidad... Básicamente las variedades de ejercicio se pueden dividir en dos:

- Ejercicio aeróbico o de resistencia. Aquel que se realiza mediante consumo de oxígeno a intensidades relativamente bajas (caminar, trotar...)

- Ejercicio anaeróbico o de fuerza. Aquel mediante el cual se busca una mejora de la potencia y masa muscular.

Además, existen deportes que aúnan ambos tipos de ejercicio siendo estos los deportes con características concurrentes (crossfit, carreras de obstáculos...) como ya se mencionó al principio. (5) (6)

Las respuestas fisiológicas de adaptación dadas por la realización de deporte con características afecta a los siguientes sistemas:

2.1.1. Sistema cardiovascular

- a) Disminución de la frecuencia cardíaca debido al aumento de volumen sistólico.
- b) Aumento del volumen de las cámaras cardíacas y del grosor de estas dándose un engrosamiento en las cavidades en ejercicio anaeróbico y un aumento del volumen sin engrosamiento en ejercicio aeróbico.
- c) Aumento del volumen sistólico. La diferencia más grande se ve durante el ejercicio comparando personas sedentarias con entrenados.
- d) Aumento del número de capilares facilitando la distribución de oxígeno y sustratos. (7) (8)

2.1.2. Sistema respiratorio

El consumo de oxígeno durante el ejercicio puede aumentar unas veinte veces en estado de máxima intensidad.

La capacidad respiratoria máxima es mucho mayor que la ventilación pulmonar durante el ejercicio lo cual sirve de ayuda para los deportistas en entrenamientos más radicales como puede ser a altas temperaturas o altura.

El VO₂ máximo, capacidad funcional aeróbica de un individuo, en personas entrenadas es mucho mayor que en personas sedentarias. En personas sedentarias consumen alrededor de 30-40ml O₂/kg/min mientras que atletas superan los 60ml O₂/kg/min.

La capacidad difusión se incrementa hasta el triple en altas intensidades debiéndose esto al gran flujo sanguíneo que se produce durante el ejercicio. (8)

2.1.3. Sistema muscular

Se dan diferentes respuestas musculares en función de las fibras.

- Fibras de tipo 1 o lentas: Presentan mayor resistencia a la fatiga debido a su mayor contenido en mitocondrias.
- Tipo 2 o rápidas: Estas fibras presentan menor resistencia a la fatiga. Dentro de las “tipo 2”, podemos diferenciar entre las 2A (mayor capacidad de producir energía en ambientes sin necesidad de oxígeno) y las 2B (rápidas, pero con menor resistencia a la fatiga). Estos tipos de fibras se activarán en función de la modalidad del entrenamiento. (8)

2.1.4. Respuestas metabólicas

Las respuestas a nivel metabólico, pueden desarrollarse en las vías de ATP y fosfocreatina, ruta metabólica con más rapidez para la obtención de energía. La energía almacenada en fosfocreatina muscular puede usarse de forma inmediata para la contracción muscular. La vía glucolítica, ruta del metabolismo celular en la cual se da la degradación de los hidratos de carbono para la obtención de energía (uso de glucosa y lactato, sustrato generado en células sin mitocondrias o que presentan bajas concentraciones de oxígeno como puede suceder en el músculo durante ejercicio intenso. Es transportado hasta el hígado donde se transforma en piruvato dando nuevas moléculas de glucosa.) y la vía de la fosforilación oxidativa, vía de degradación de las grasas para la obtención de energía. (9)

El uso de una u otra vía metabólica variará en función del tiempo y la intensidad empleada en el entrenamiento. En esfuerzos cortos, lo primero que se emplea es la vía de la ATP-Fosfocreatina (12-15 segundos). A partir de aquí, predominará la vía glucolítica (uso de carbohidratos y lactato) si la intensidad usada está por encima de un 65% del VO₂máx. La vía de la fosforilación oxidativa tendrá mayor aportación en porcentajes de intensidad más bajos del 65%. (10)

Los costes metabólicos de esta actividad en la cual se da un mayor reclutamiento de las fibras rápidas o tipo 2, serán a cargo de la vía de la fosfocreatina, y de la glucolítica,

glucosa, glucógeno y lactato (vía glucolítica). Y es que en este tipo de entrenamientos como son crossfit u OCR, se observan depleciones en los almacenes de glucógeno desde el comienzo de la actividad, a la vez que se da un aumento del lactato. (11)

En el trabajo con el peso corporal, se da un mayor reclutamiento de fibras rápidas dependientes de las vías glucolíticas. (12) Se acumula el lactato (vía glucolítica) y se da un RER (es el cociente respiratorio o relación de intercambio respiratorio. Nos permite conocer el tipo de nutriente o sustrato que estamos oxidando como fuente principal de energía. Si la media entre la producción de CO₂ y la de oxígeno, da valores cercanos a 0,8 y por encima, denotan un uso de carbohidratos alto) muy cercano a 1, lo cual muestra una importante contribución de los carbohidratos como combustible energético en esta actividad. (13)

En el entrenamiento de resistencia o metabólico la respuesta muscular es de una activación de todos los tipos de fibras en función del tiempo e intensidad. Ello hace que los costes energéticos sean muy concretos dependiendo el tipo de prueba.

En eventos que van desde menor a mayor tiempo, como pueden ser 400 o 3000 metros en carrera, 500 metros de bicicleta en pista, 100 metros en natación o los 2000 metros de remo, vemos cómo en los eventos que llevan menor tiempo tienen un mayor peso la vía de la fosfocreatina y la glucolítica. Sin embargo, según el tiempo transcurrido, se va alargando la vía oxidativa cobrando algo más de importancia. (14)

En entrenamientos específicos de crossfit o WOD (Workout of the day) las respuestas cardiovasculares son de alta intensidad, rondando de media porcentajes cercanos al 100% de la frecuencia cardíaca máxima. La respuesta pulmonar es de picos de hasta 58 de VO₂máx y se dan gastos energéticos cercanos a las 300 kcal. (15) La respuesta metabólica en entrenamientos de este tipo son de RER por encima de 1, por lo que el principal combustible son los carbohidratos. Se da una acumulación de lactato desde casi el inicio del entrenamiento. (16) (17)

2.2. Recomendaciones nutricionales en crossfit y OCR

A nivel divulgativo, resultan habituales las recomendaciones por parte de crossfit de la “dieta zona”. Esta consiste en atribuir unos bloques de intercambios en función de las características de la persona. Se distribuyen en tres tipos: bloques de hidratos de carbono, de proteína y de grasa. Estos bloques se distribuyen a lo largo del día de acuerdo a estos objetivos nutricionales: 40% de carbohidratos, 30% de grasa y 30% proteína. (18) (19)

Analizando lo que los atletas consumen en su día a día se ven ciertas irregularidades con respecto a lo recomendado para su deporte y la salud. La ingesta calórica está por debajo de sus necesidades. Los valores de proteína y grasa están dentro de lo recomendado: 1,6 g/kg de peso en proteínas y alrededor de un 30% del total de grasas. Los niveles de colesterol superan los valores de referencia tanto en mujeres como hombres y la cantidad de hidratos de carbono también estuvo por debajo del rango que propone la ISSN.

La cantidad de ciertos micronutrientes como el hierro o el calcio están por debajo de los mínimos recomendados.

Estos datos sugieren, en función de las cantidades de cada uno de los macronutrientes, que su estructura de alimentación es parecida a la que se recomienda desde crossfit, ya que los objetivos nutricionales son muy parecidos. (20) (21)

2.3. Suplementación en Crossfit y OCR

2.3.1. Diagrama de decisiones de suplementación nutricional

Hay una serie de premisas sobre las cuales, los atletas que practican estos deportes, basan la decisión de si suplementarse o no:

1. Creer que los suplementos son más efectivos que una dieta saludable.
2. La búsqueda de resultados rápidos mediante suplementación pensando que los efectos de un control sobre la dieta van a ser más lentos.
3. Pensar que la alimentación ya es óptima y, por ello, pasar a tratar los suplementos.
4. Pensar que el hecho de que la dieta pueda estar desequilibrada se puede solucionar con suplementos.

Cualquier persona debería hacerse estas preguntas para decidir si debería suplementarse: ¿Cómo puedo mejorar mi ingesta nutricional para apoyar mis objetivos? ¿Hay algún producto que pueda mejorar mi rendimiento de cara a los entrenamientos o competición? ¿Es este producto legal y seguro? Y para asegurarnos de todo esto sería bueno hacer un cuadro de decisiones. (22)

2.3.2. Cuadro de decisiones sobre la suplementación

Cualquier persona debería hacerse estas preguntas antes de decidir si suplementarse:

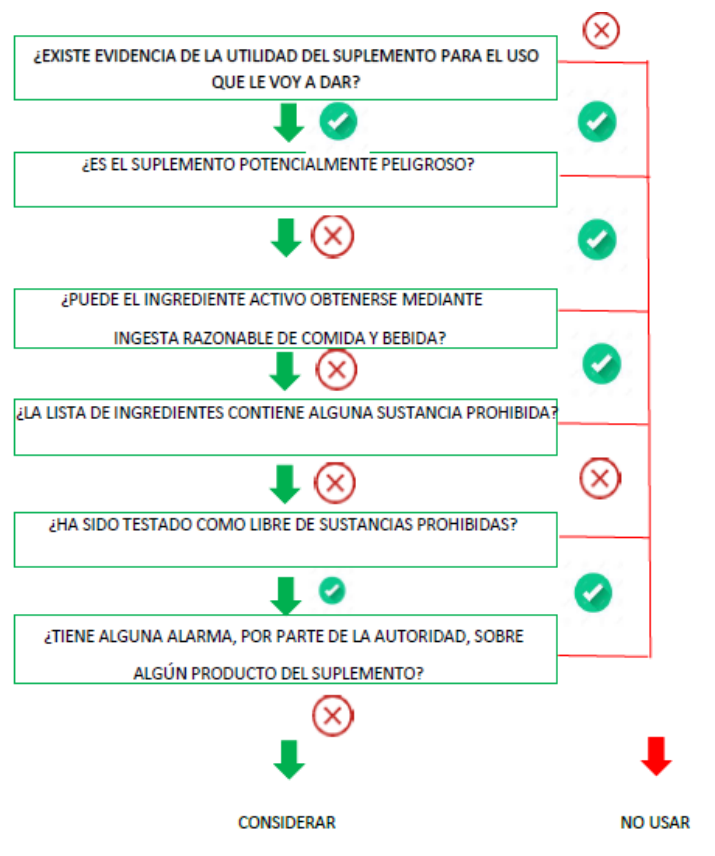


Figura 2.3. Diagrama del proceso de decisión basado en Maughan RJ, Burke LM, Dvorak J, et al IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete British Journal of Sports Medicine 2018;52:439-455

Se puede definir “ayuda ergogénica” como cualquier maniobra o método (nutricional, físico, mecánico, psicológico o farmacológico) realizado con el fin de aumentar la capacidad para desempeñar un trabajo físico y mejorar el rendimiento. (23)

Las ayudas ergogénicas nutricionales están relacionadas con los complementos alimenticios, entendiéndose estos por “productos cuyo fin sea complementar la dieta normal y que consisten en fuentes concentradas de nutrientes u otras sustancias que tengan efecto nutricional o fisiológico, en forma simple o combinada, comercializados en forma dosificada (cápsulas, pastillas, tabletas, píldoras y similares, bolsitas de polvos, ampollas de líquido, botellas con cuentagotas y otras formas similares de líquidos o polvos que deben tomarse en pequeñas cantidades unitarias”. Además, es importante

que exista suficiente información de los mismos en lo relacionado a las dosis, momentos de consumo y seguridad para el consumidor.

Los suplementos se clasifican como A, B, C o D según LA EVIDENCIA CIENTÍFICA DE su eficacia y seguridad. La AIS (Australian Institut Of Sport) los clasifica como A, B, C o D según su eficacia y seguridad.

En el grupo A, calificado así por demostrar su eficacia, ser seguros y por tanto legales, aparecen los siguientes suplementos: Un suplemento dietético es un producto tomado por vía oral que contiene un "ingrediente dietético" destinado a complementar la dieta. Los "ingredientes dietéticos" contienen vitaminas, minerales, hierbas u otros productos botánicos, aminoácidos y sustancias como enzimas, tejidos orgánicos, glandulares y metabolitos, que pueden ser extractos o concentrados y que se presentan en tabletas, cápsulas, cápsulas de gel, cápsulas de gelatina, líquidos, polvos o barritas.

Alimentos deportivos (geles, barritas, bebidas, polvo de proteína, electrolitos y sustitutivos de comidas), suplementos médicos (hierro, calcio, multivitamínicos, vitamina D y probióticos) y suplementos para la mejora del rendimiento (cafeína, B-alanina, bicarbonato, zumo de remolacha, creatina y glicerol). (24)

2.3.3. Reposición hidroeléctrica

La deshidratación durante el ejercicio es muy frecuente ya que no se suele ingerir fluidos suficientes no reponiendo así los perdidos.

Una correcta reposición hidroelectrolítica podrá mejorar el rendimiento evitando molestias gastrointestinales, retrasando la aparición de fatiga, disminuyendo la percepción del esfuerzo y frecuencia cardíaca incrementados por el ejercicio. Las condiciones ambientales calurosas y húmedas unido a la alta demanda de oxígeno de ejercicios exigentes puede provocar esta deshidratación o pérdida de agua y electrolitos (sodio en mayor medida) (25).

Para la reposición hidroelectrolítica se usa las bebidas deportivas. Estas deben contener entre 80-350 calorías por litro proviniendo al menos un 75% de hidratos de carbono. Como máximo podrá haber 90g de carbohidratos por litro, un mínimo de 460mg de

sodio y un máximo de 1150mg de sodio por litro y la osmolalidad deberá ser de entre 200-330 mOsm/kg de agua. (26)

2.3.4. Carbohidratos

Las necesidades de carbohidratos en estos deportes son muy altas debido al tipo de respuestas fisiológicas que se dan con su ejecución. Puede que mediante el uso de alimentos sea complicado en ocasiones llegar a los requerimientos necesarios y haya que utilizar suplementos energéticos basados en los carbohidratos.

Hay preparados líquidos y polvo que pueden ser muy útiles para la correcta hidratación y recarga de energías debido a su contenido adecuado en carbohidratos

También hay geles y confituras de tipo deportivas que son opciones que incorporan carbohidratos mezclando hidratos de carbono rápidos y lentos y a veces incluyen otras ayudas ergogénicas como la cafeína. También existen barritas deportivas que son bajas en grasa dando mayor prioridad a carbohidratos y con extra de sal, vitaminas y minerales.

La introducción de carbohidratos de rápida asimilación como son las amilopectinas y maltodextrinas facilitan la inclusión de carbohidratos también dentro de los entrenamientos. (24)

El uso de carbohidratos también puede ser útil por ejemplo haciendo enjuagues con disoluciones de estos. El mantener en la cavidad oral un líquido que contenga carbohidratos podría estimular el sistema nervioso dando un efecto positivo en el rendimiento y la capacidad de trabajo sobre todo en circunstancias en las que el deportista no puede incorporar carbohidratos en adecuada cantidad o porque existan problemas gastrointestinales que le impidan incorporarlos. (27)

2.3.5. Proteínas

Aquellos productos que pueden ayudar al deportista a cubrir las necesidades de proteína. Las necesidades de los deportistas pueden ser altas hacienda que llegar a los niveles necesarios mediante la alimentación solamente pueda ser difícil. Existen proteína en polvo con una dosis de un 20-50g por dosis, barritas de proteína bajas en

carbohidratos, productos enriquecidos en proteína (yogures...) y proteínas de absorción lenta como es la caseína. (22) (28)

La ingesta de caseína previo al sueño es evitar la degradación de proteína durante el sueño. Tras cada comida a lo largo del día se aumenta la síntesis de proteína muscular y cuando cae se produce un valle donde la degradación de proteína es mayor. Por ello introduciendo la caseína se podría evitar esa degradación de proteína en cierta medida. (29)

2.3.6. Micronutrientes

La suplementación con micronutrientes podría ser útil para prevenir deficiencias provocadas por la exigencia de la preparación. Las posibilidades de pasar por planes de entrenamiento muy exigentes dispararán el gasto energético y la actividad metabólica y pueden llevar a la necesidad de consumir más cantidades de vitaminas. Las del complejo B en especial, por el hecho de que los deportistas acudan a alimentos con menor densidad nutricional llevando la deficiencia de esta. La ingesta de antioxidantes también puede verse aumentada debido al aumento del estrés oxidativo lo que desencadena mayor cantidad de radicales libres y especies reactivas de oxígeno. En minerales, se desencadena mayor sudoración y pérdida de estos. (22) (30)

2.3.7. Cafeína

Es un suplemento de naturaleza estimulante que, sobre todo, tiene una función de liberar endorfinas e incrementa la capacidad de vigilancia el estado de alerta y reduce la percepción de esfuerzo. El efecto en el rendimiento que se pervive entonces es una mejora en la capacidad de la resistencia y el trabajo en fatiga. En definitiva, que se puede dar una mejora en trabajos de alta intensidad de este tipo. La inclusión de este suplemento se puede dar mediante la ingesta de café. (22) (24)

2.3.8. Creatina

Es uno de los suplementos con mayor demostración de eficacia en la mejora del rendimiento, aumento masa muscular y fuerza.

Una carga de creatina aumenta las reservas de creatina del músculo y por tanto la tasa de resíntesis de creatina durante el ejercicio.

Se da un mayor rendimiento de sprint único y repetitivo, el aumento de trabajo durante contracciones musculares a máximo esfuerzo y mejora de la síntesis de glucógeno. (31)

2.3.9. Nitritos y nitratos

Los nitratos conseguidos a través del zumo de remolacha han demostrado aumentar la biodisponibilidad del óxido nítrico, fundamental para la correcta modulación de la función del musculo esquelético. Es importante destacar que esta mejora es patente a través de la mejora funcional de las fibras tipo 2 y por tanto una mejora de ejercicios intermitentes de alta intensidad. Se da una reducción del coste de ATP en la producción de fuerza muscular, una mejora en la respiración mitocondrial y un aumento del flujo de sangre en el músculo. Muy útil en ejercicios de altas intensidades como son crossfit y las carreras de obstáculos. (24) (32)

2.3.10. Beta alanina

Suplemento conocido por su acción tamponadora dentro de la célula y precursor de la carnosina, inmediata defensa contra la acumulación de protones cuando se da ejercicio muy extenuante. El impacto se ve manifestado a través de la mejora del rendimiento en ejercicios entre 30 y 10 minutos. (22) (24)

2.3.11. Bicarbonato

Agente con la misma capacidad tamponadora que la beta alanina pero fuera de la célula. Podría prolongar el ejercicio de alta intensidad durante más tiempo. La ingesta dosificada de bicarbonato mejora el rendimiento y se dan adaptaciones en el metabolismo en cuanto a ejercicios de alta intensidad. Podría ayudar a mantener un entrenamiento de alta intensidad durante más tiempo. (33)

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo principal

Este proyecto se plantea con el objetivo de estudiar los posibles efectos positivos de una adecuada nutrición, de los suplementos nutricionales en el rendimiento y de la aparición de lesiones en deportistas participantes en competiciones de crossfit y OCR.

3.2. Objetivos secundarios

Los objetivos secundarios son:

1. Conocer los requerimientos nutricionales y energéticos de los atletas que practican crossfit y OCR.
2. Revisar la utilidad de los suplementos nutricionales y ayudas ergogénicas en el cumplimiento de los requerimientos y el aumento del rendimiento deportivo en ese colectivo de deportistas
3. Identificar los suplementos más utilizados en ese colectivo tanto en el entrenamiento como en competición.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

Para la revisión bibliográfica se ha buscado en distintas bases de datos y sitios como PubMed y Cochrane Library, utilizando para la búsqueda las siguientes palabras clave: “supplements”, “ayudas ergogénicas nutricionales”, “crossfit”, “OCR”, “endurance”, “nutritional requirements crossfit”, “sport nutrition”, “muscular strength”, “dietary protein on muscle and resistance”. Se ha buscado también información de libros online, donde se ha investigado en sus referencias citadas.

Los documentos de consenso se han obtenido de la IOC “International Olympic Committee”, la FEMEDE “Federación Española de Medicina del Deporte” y la ISSN “Journal of the International Society of Sports Nutrition “. En cuanto a los ensayos, se han utilizado aquellos estudios que han sido citados por otros autores en más de una ocasión y que cumpliesen con los criterios de inclusión que se mencionan en el presente apartado.

Se ha utilizado información actualizada relativa a las ayudas ergogénicas basadas en la evidencia científica, sus momentos de consumo y su influencia en el rendimiento

Criterios de inclusión:

Tras la búsqueda de artículos con las palabras clave mencionadas anteriormente, se seleccionaron aquellos que cumpliesen los siguientes criterios:

- Aquellos artículos, libros, documentos, etc. cuya fecha de publicación fuese posterior o igual a 2008, salvo algunas excepciones en las que el artículo ofrecía información de importancia sobre el tema tratado.
- Que el procedimiento del estudio se realice en humanos, excluyendo ensayos clínicos en animales.
- Que fuesen artículos científicos con información relevante sobre alguna de las palabras clave mencionadas anteriormente.
- Aquellos que acceso gratuito al texto completo.
- Aquellos que estuviesen en español o inglés
- Se ha incluido cualquier artículo relacionado con el crossfit y OCR

Criterios de exclusión:

Se han descartado artículos que cumplieran con alguno de los siguientes criterios:

- Fecha de publicación anterior a 2008 (salvo excepciones por la utilidad de su contenido)
- Artículos que estuviesen en un idioma distinto al español o inglés
- Artículos de ensayos clínicos basados en experimentación animal

Se ha realizado una encuesta entre atletas de este ámbito del deporte. La encuesta no está homologada, es de elaboración propia para responder a los objetivos del trabajo:

1. Saber si los atletas de estos deportes se suplementan
2. Saber qué tipo de suplementación utilizan.
3. Conocer las fuentes desde las que se informan para utilizar suplementos.
4. Motivos por los cuales usan estos suplementos

Tras obtener los datos, se han tratado a través de Excel para una primera codificación, y posteriormente, en SPSS, para el análisis estadístico e interpretación de los resultados.

5. RESULTADOS

5.1. Resultados obtenidos a través de la bibliografía

En Pubmed y Cochrane Library se usó como estrategia de búsqueda las palabras clave: “supplements”, “ayudas ergogénicas nutricionales”, “crossfit”, “OCR”, “endurance”, “nutritional requirements crossfit”, “muscular strength”, “dietary protein on muscle and resistance”. Se ha buscado también información de libros y revistas donde se ha investigado en sus referencias citadas y utilizado documentos de consenso obtenidos de la IOC “International Olympic Committee”, la FEMEDE “Federación Española de Medicina del Deporte” y la ISSN “Journal of the International Society of Sports Nutrition “.

Se ha filtrado todos aquellos artículos, libros, revistas y documentos posteriores al 2008 excepto algunas excepciones: que los estudios se realizasen en humanos, que fueran relevantes con las palabras clave utilizadas y que estuvieran publicados en español o inglés.

Tras la búsqueda, seleccionamos un total de 33 fuentes que se ajustaban a los objetivos marcados.

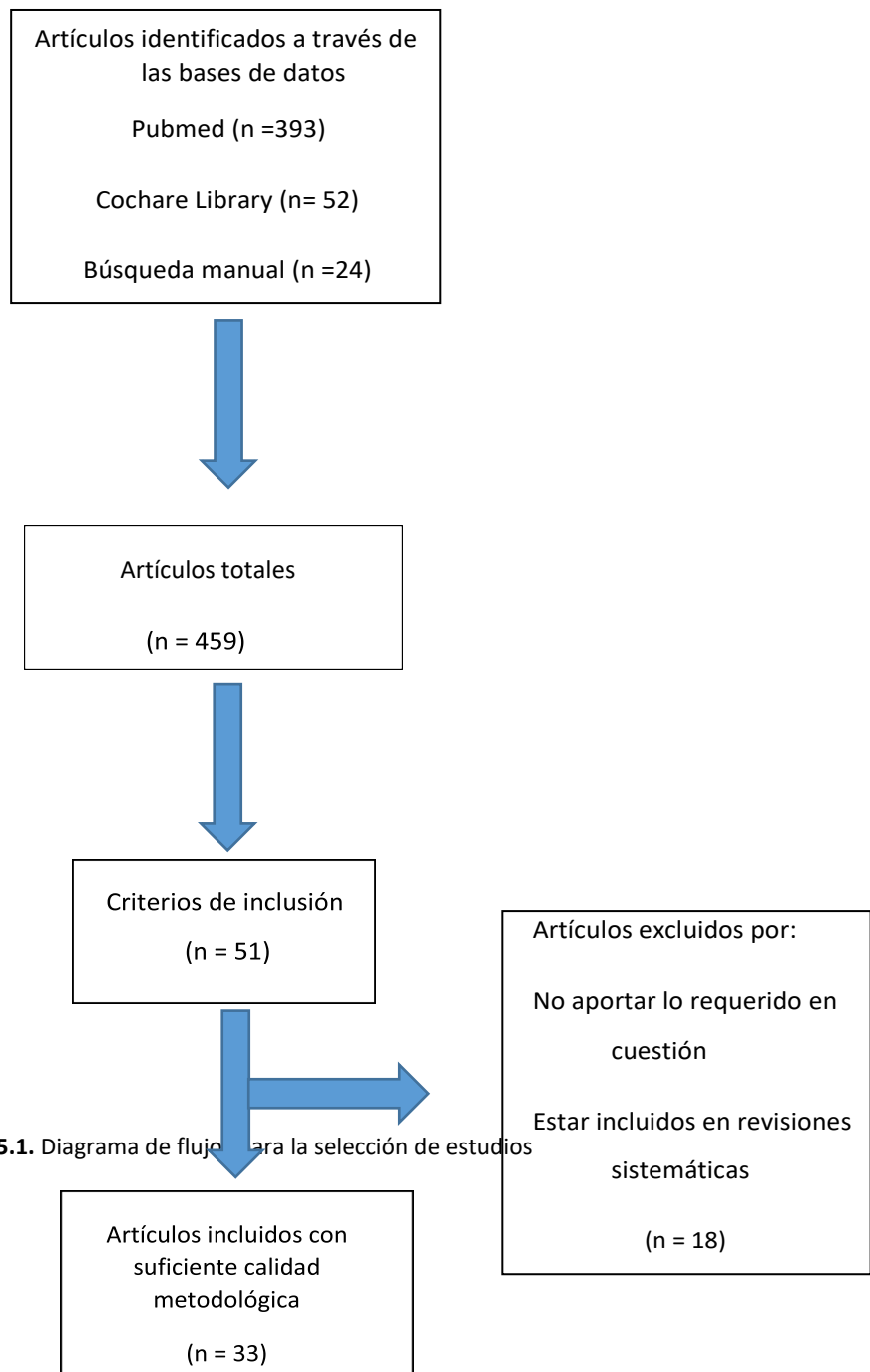


Figura 5.1. Diagrama de flujo para la selección de estudios

El crossfit y OCR son deportes que se realizan a intensidades muy altas y con características concurrentes. (1) (4) Las respuestas fisiológicas de estos deportes afectan:

- Al sistema cardiovascular: disminuyendo la frecuencia cardíaca, aumentando el volumen y grosor de las cámaras cardíacas, el volumen sistólico y el número de capilares. (7) (8).
- Al sistema respiratorio: aumentando la capacidad respiratoria máxima y la capacidad de difusión. (8)
- En el sistema muscular se da una activación sobre todo de las fibras rápidas, las de tipo 2. (8).
- Las respuestas metabólicas: que debido a la intensidad que se da en estos deportes llevan a dar prioridad a la vía glucolítica y de la ATP fosfocreatina. (10)

Teniendo en cuenta esto, hemos visto que las recomendaciones y la estructura de alimentación que siguen los atletas de estos deportes no concuerdan con los costes metabólicos que se dan con ejercicios que se hacen a estas intensidades. (16) (18) (20)

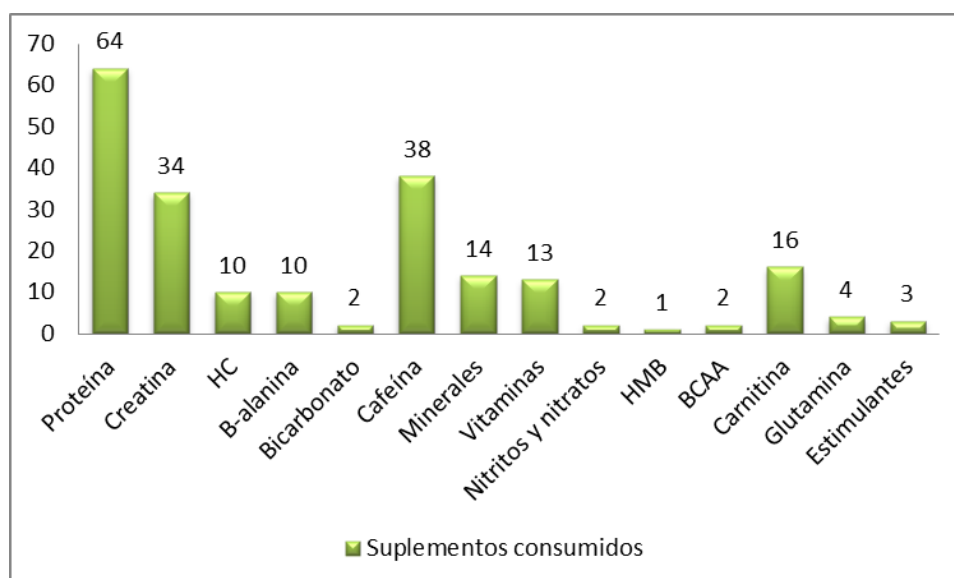
Por último, en cuanto a las ayudas ergogénicas que podrían ser útiles para la mejora del rendimiento en estos deportes, en el grupo "A" de la clasificación de la AIS existen varias opciones. (23)

En primer lugar, se debe dar especial importancia a la reposición hidroeléctrica ya que puede evitar molestias gastrointestinales y retrasar la fatiga. (24) Los carbohidratos también tienen un papel relevante ya que es el sustrato energético más utilizado en estos deportes de alta intensidad. La creatina es otro de los suplementos con evidencia que es protagonista en la otra vía de sustrato energético más predominante en estos deportes (fosfocreatina). (23) Otro de ellos, la cafeína, reduce la relación esfuerzo percibido – esfuerzo realizado durante el ejercicio.

También son importantes los suplementos tamponadores, como la betalanina y el bicarbonato, que regulan el Ph intracelular, disminuyendo la fatiga muscular. Por último, las proteínas, que debido al desgaste que se da en ejercicios tan demandantes puede ser difícil su consumo óptimo sólo a través de la alimentación. (22).

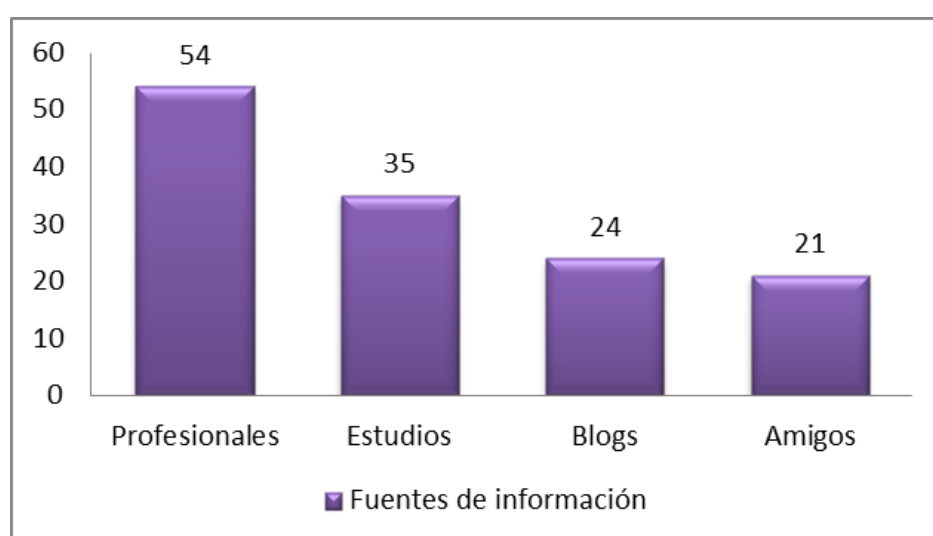
5.2. Resultados obtenidos a través de la encuesta.

Como se observa en la gráfica 5.1, los deportistas encuestados hacen uso sobre todo de proteína, creatina y cafeína, los tres suplementos tipo “A”. Observamos el uso de muchos otros suplementos, aunque en menor medida.



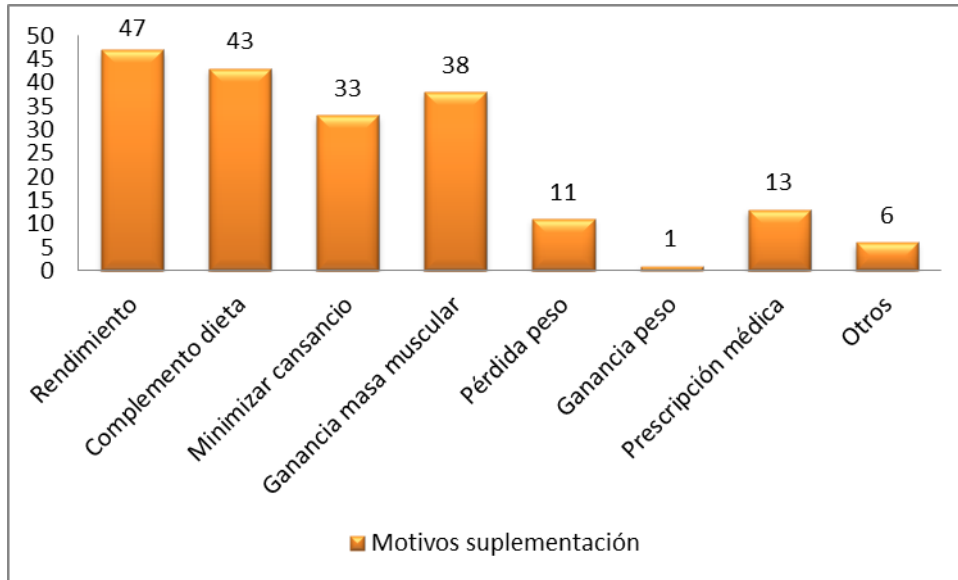
Gráfica 5.1: Resultado de los suplementos consumidos por los usuarios encuestados

Las fuentes usadas para informarse sobre los suplementos y alimentación en crossfit y OCR son, principalmente, a través de profesionales, pero también lo hacen por blogs relacionados o por amigos.



Gráfica 5.2: Resultado de las fuentes de información utilizadas por los usuarios encuestados para obtener información sobre suplementación

Observamos también los motivos por los cuales deciden suplementarse. Principalmente buscan mejorar su rendimiento, utilizarlos como complemento en la dieta o para incrementar la masa muscular.



Gráfica 5.3: Resultado sobre los motivos por los que los encuestados se suplementan

6. DISCUSIÓN

Después del análisis de los estudios se refuerza la necesidad de que la alimentación deportiva es diferente a una alimentación estándar. En primer lugar porque gran parte de esta está relacionada con la prevención de lesiones y la mejora del rendimiento. Y además, porque las respuestas fisiológicas que se dan por la realización del ejercicio llevan a unas necesidades diferentes en función de la intensidad, tiempo, etc. (7) (8) (9)

Los deportistas utilizan objetivos nutricionales muy parecidos a lo que se recomiendan desde las organizaciones tipo crossfit o fuentes no del todo fiables, como amigos o blogs. También se da el uso de muchos suplementos que no son tipo “A” sin evidencia clara. (18) (19)

Estos resultados se pueden dar como consecuencia de lo que hacen los atletas recomendados por fuentes no fiables. (Gráfica 5.2)

Será más útil el uso de una estructura de los objetivos nutricionales en la cual se de el uso de la ingesta de sustratos de las vías metabólicas que más funcionamiento tengan. Ciertos suplementos acorde a las respuestas metabólicas que se dan en el ejercicio a alta intensidad como el crossfit y OCR, o como complemento de la dieta para la mejora y mantenimiento del rendimiento. (20)

6.1. Limitaciones de los estudios

Al ser deportes relativamente nuevos, no hay mucha bibliografía en general, y menos aún en nutrición y suplementos relacionados con estos. Esto hace que sea necesario utilizar algún estudio con muestras no muy grandes o de deportes con respuestas fisiológicas similares que puedan tener relación.

7. CONCLUSIONES

Respecto a los objetivos marcados y tras la realización del presente trabajo, se llega a las siguientes conclusiones:

1. Una buena estructura nutricional es clave para el rendimiento deportivo óptimo al igual que el uso de suplementos que puedan llevar a una mejor recuperación y obtención de sustratos energéticos adecuados al tipo de deporte.
2. Los requerimientos nutricionales y energéticos de los deportistas que realizan deportes tipo crossfit y OCR se basan, en gran medida, en aquellos correspondientes a la vía glucolítica. Se da una depleción de los depósitos de glucógeno y fosfocreatina debido a la intensidad tan alta del ejercicio.
3. El desgaste de estos deportistas puede llegar a ser muy alto. Esto conlleva unas necesidades calóricas que, a veces, son difíciles de obtener únicamente a través de la alimentación. Por ello sería necesario el uso de ayudas ergogénicas que complementen la dieta.
4. Gran parte de los suplementos utilizados por los atletas de crossfit, tanto profesionales (visto en estudios) como amateurs (obtenido a través de las encuestas), difieren con los que corresponderían a las necesidades por los requerimientos metabólicos que se dan a altas intensidades. Además, es muy común el uso de suplementos que no tienen evidencia suficiente para saber si su uso es eficaz, es decir, aquellos no incluidos en el grupo de tipo "A".
5. La necesidad de profesionales del ámbito nutricional en estos deportes se hace muy necesario debido a la aparente desinformación o mal información que se ve en estos atletas.

8. BIBLIOGRAFÍA

- (1) Glassman G. What is fitness. *CrossFit J.* 2002; 3:1–11
- (2) Glassman G. Understanding CrossFit. *CrossFit J.* 2007; 56:1–2
- (3) Fisker FY, Kildegaard S, Thygesen M, Grosen K, Pfeiffer-Jensen M. Acute tendon changes in intense CrossFit workout: an observational cohort study. *Scand J Med Sci Sports.* 2016;
- (4) Rawdon, Christopher. (2016). Performance Variables of Obstacle Course Racing and Recommendations for Programming in Novice and Intermediate Competitors. *Strength and Conditioning Journal.* 38. 1-17.
- (5) Weinery Baggish, 2012
- (6) Sloan et al., 2011; Whyte y Laughlin, 2010; Wilson et al., 2010
- (7) Whyte y Laughlin, 2010
- (8) Burke, L., & Deakin, V. (2010). *Clinical sports nutrition*
- (9) Brooks, G. A., & Mercier, J. (1994). Balance of carbohydrate and lipid utilization during exercise: the "crossover" concept. *Journal of applied physiology*, 76(6), 2253-2261.)
- (10) Tesch, P. A., Colliander, E. B., & Kaiser, P. (1986). Muscle metabolism during intense, heavy-resistance exercise. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 55(4), 362-366.
- (11) Sands, W. A., Salmela, J. H., Holvoet, P., & Gateva, M. (2011). *The science of gymnastics.* Routledge. Pg 30-40
- (12) Draper, N., Jones, G. A., Fryer, S., Hodgson, C. I., & Blackwell, G. (2010). Physiological and psychological responses to lead and top rope climbing for intermediate rock climbers. *European Journal of Sport Science*, 10(1), 13-20.
- (13) Stellingwerff, T., Maughan, R. J., & Burke, L. M. (2011). Nutrition for power sports: middle-distance running, track cycling, rowing, canoeing/kayaking, and swimming. *Journal of sports sciences*, 29(sup1), 79-89
- (14) Kliszczewicz, B., Snarr, R. L., & Esco, M. (2014). Metabolic and cardiovascular response to the CrossFit workout 'Cindy': A pilot study. *Journal of Sport and Human Performance*, 2(2), 1-9.
- (15) Escobar, K. A., Morales, J., & Vandusseldorp, T. A. (2017). Metabolic profile of a crossfit training bout. *Journal of Human Sport and Exercise*, 12(4), 1248-1255.

- (16) Maté-Muñoz, J. L., Lougedo, J. H., Barba, M., García-Fernández, P., Garnacho-Castaño, M. V., & Domínguez, R. (2017). Muscular fatigue in response to different modalities of CrossFit sessions. *PLoS one*, 12(7).
- (17) Glassman, G. (2011). CrossFit level 1 training guide. *CrossFit Journal* Available at. Pg 53-60
- (18) Ihatsu, J. (2018). Dietary habits of competitive crossfit athletes in finland.
- (19) (Maughan RJ, Burke LM, Dvorak J, et al IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete *British Journal of Sports Medicine* 2018;52:439-455.)
- (20) Kerksick C.M., Wilborn C., Roberts M.D., Smith-Ryan A.E., Kleiner S.M., Jäger R., Collins R., Cooke M., Davis J.N., Galvan E., et al. ISSN exercise and sports nutrition review update: Research and recommendations. *J. Int. Soc. Sports Nutr.* 2018; 15:38. doi: 10.1186/s12970-018-0242-y.
- (21) EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA) Scientific opinion on dietary reference values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, trans fatty acids, and cholesterol. *EFSA J.* 2010; 8:1461. doi: 10.2903/j.efsa.2010.1461.
- (22) (Maughan, R. J., Burke, L. M., Dvorak, J., Larson-Meyer, D. E., Peeling, P., Phillips, S. M., ... & Meeusen, R. (2018). IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 28(2), 104-125.)
- (23) Antuñano N.P.G, Manonelles P, Blasco R, Franco L, Gaztañaga T, Manuz B. et al. Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte. 2019
- (24) (Australian Institute of Sports (2019) Supplements and Sports Foods. Retrieved from <https://ais.gov.au/nutrition/supplements>)
- (25) Burke, L., Cox, G., & Cox, G. (2010). *The complete guide to food for sports performance: a guide to peak nutrition for your sport*. Crows Nest, N.S.W.: Allen & Unwin.
- (26) Palacios Gil-Antuñano, N et al. (2008) Consenso sobre bebidas para el deportista. Composición y pautas de reposición de líquidos. Pg 245-247.
- (27) (Bastos-Silva, V. J., Prestes, J., & Gerales, A. A. (2019). Effect of carbohydrate mouth rinse on training load volume in resistance exercises. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(6), 1653-1657.)
- (28) Tang, J. E., Moore, D. R., Kujbida, G. W., Tarnopolsky, M. A., & Phillips, S. M. (2009). Ingestion of whey hydrolysate, casein, or soy protein isolate: effects on mixed muscle protein synthesis at rest and following resistance exercise in young men. *Journal of applied physiology*, 107(3), 987-992.

- (29)** (Trommelen, J., Betz, M. W., & van Loon, L. J. (2019). The muscle protein synthetic response to meal ingestion following resistance-type exercise. *Sports Medicine*, 49(2), 185-197.)
- (30)** Burke, L., & Deakin, V. (2015). *Clinical sports nutrition*. McGraw-Hill Companies.
- (31)** Kreider et al. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* (2017) 14:18
- (32)** Kramer, S. J., Baur, D. A., Spicer, M. T., Vukovich, M. D., & Ormsbee, M. J. (2016). The effect of six days of dietary nitrate supplementation on performance in trained CrossFit athletes. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 13(1), 39.
- (33)** Durkalec-Michalski, K., Nowaczyk, P. M., & Siedzik, K. (2019). Effect of a four-week ketogenic diet on exercise metabolism in CrossFit-trained athletes. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 16(1), 16.

9. ANEXOS

9.1. Encuesta

1.- DATOS SOCIODEMOGRÁFICOS

*1. SEXO

- Femenino
- Masculino

*2. EDAD

- 16-22
- 23-32
- 33-42
- +43

*3. NIVEL DE ESTUDIOS

- Formación básica
- Formación profesional
- Estudios universitarios
- Postgrado

*4. ¿PRACTICAS ALGÚN DEPORTE?

- Sí
- No

3.- TIPO DE DEPORTE

*5. ¿QUÉ DEPORTE PRACTICAS CON MÁS FRECUENCIA?

- Crossfit
- Carreras de obstáculos
- Entrenamiento concurrente sin objetivo aparente (fuerza y cardio)
- Otro

4.- HÁBITOS

*6. ¿CUÁNTOS DÍAS A LA SEMANA ENTRENAS NORMALMENTE?

- Entre 1 y 2 días
- De 3 a 4 días
- De 5 a 6 días
- Todos los días

*7. ¿HABITUALMENTE INCLUYES ALGÚN SUPLEMENTO EN TU ALIMENTACIÓN? (PROTEÍNA, CREATINA, VITAMINAS Y MINERALES...)

- Sí
- No

5.- SUPLEMENTOS

*8. INDICA LOS SUPLEMENTOS QUE HAS CONSUMIDO DURANTE LOS ÚLTIMOS TRES MESES. (RESPUESTA MÚLTIPLE)

- Proteína (suero lácteo, de arroz, soja...)
- Creatina
- Hidratos (isotónico, geles, barritas...)
- B-alanina
- Bicarbonato
- Cafeína
- Minerales (hierro, magnesio...)
- Vitaminas
- Jugo de remolacha
- HMB
- Carnitina
- BCAA
- Glutamina
- Sustancias estimulantes

*9. ¿QUÉ FUENTES HAS USADO PARA INFORMARTE SOBRE EL CONSUMO DE DICHOS SUPLEMENTOS?

- Profesionales sanitarios (nutricionista, médico)

- Estudios, artículos, revistas científicas...
- Blogs, foros, páginas en internet, redes sociales...
- Amigos

***10. ¿CUALES SON LOS MOTIVOS POR LOS QUE TOMAS LOS SUPLEMENTOS INDICADOS? (RESPUESTA MÚLTIPLE)**

- Mejora en el rendimiento
- Complementar la dieta
- Minimizar el cansancio
- Ganancia de masa muscular
- Pérdida de peso
- Ganancia de peso
- Prescripción/recomendación
- Otros

11. INDICA DEL 1 AL 5 LA MEJORÍA PERCIBIDA (SIENDO 0 NINGUNA MEJORÍA Y 10 MÁXIMA MEJORÍA) EN RELACIÓN A LOS MOTIVOS ANTERIORMENTE INDICADOS

9.2. Ficha técnica

CARACTERÍSTICAS	ENCUESTA
• Estudio	Uso de suplementos en población que realiza deportes concurrentes
• Área geográfica	Castilla y León (España)
• Universo	Población que realice deportes concurrentes, tipo crossfit u ocr.
• Tamaño muestral	126
• Error muestral	5% (Nivel de confianza del 95%)
• Técnica recogida de datos	Información recogida mediante encuestas online facilitando el link de acceso en mi cuenta personal de Instagram así como a través de la difusión por WhatsApp en distintos grupos de gimnasio, asociaciones deportivas, etc.
• Trabajo de campo	Del 30 de marzo al 1 de mayo de 2020