

NUTRICIÓN Y DIETÉTICA

Tesis previa a la obtención de título de

Licenciado en Nutrición y Dietética

AUTOR: Miguel Eduardo Bello González

TUTOR: Washington David Guevara Castillo

“Análisis del efecto por el aumento de la ingesta de antioxidantes para la prevención del daño oxidativo y la mejora en el rendimiento de atletas: Revisión Bibliográfica”

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Miguel Eduardo Bello González, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, Reglamento y Leyes.

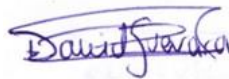


Miguel Eduardo Bello González

CC: 1759790189

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, Washington David Guevara Castillo, certifico que conozco al autor del presente trabajo siendo la responsable exclusiva de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.



Mgt. Washington David Guevara Castillo
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación no hubiese sido posible de no haber sido por las siguientes personas.

Principalmente le dedico este trabajo a mis padres, por su sacrificio, apoyo incondicional, amor y comprensión. Gracias por siempre tenerme fe, gracias a ustedes he logrado luchar y llegar hasta este punto para convertirme en la persona que soy actualmente. Los admiro muchísimo, son un verdadero ejemplo a seguir y para mí es un verdadero orgullo y un honor ser su hijo.

A mis hermanos mayores Luis y Gustavo por ser un ejemplo a seguir para mí y por su apoyo moral y preocupación, estando siempre para mí aconsejándome, creyendo en mí, apoyándome y guiándome.

A mi novia por escucharme, aconsejarme, apoyarme, amarme, creer siempre en mí y motivarme diariamente para lograr terminar este trabajo, eres una inspiración para mí por tu valentía, disciplina, inteligencia, madurez y bonito corazón que siempre demuestras.

A mi mejor amigo por su apoyo y ayuda durante todos estos años, gracias por también creer siempre en mí, estar siempre para mí acompañándome en todo momento, gracias por siempre querer lo mejor para mí y por todos los momentos que hemos vivido en la vida universitaria y en las canchas.

A mis abuelos que sé que están al lado de Dios siempre vigilándome y cuidándome, espero que me estén viendo en este momento y se sientan orgullosos, son una gran parte de mi motivación diaria para ser la mejor versión de mí mismo, gracias por criarme y darme la mejor infancia del mundo llena de diversión, amor y telenovelas.

Le dedico este estudio a Dios por bendecirme diariamente, y por darme fuerza e inspiración para continuar durante los malos momentos.

Por último, pero no menos importante le dedico este logro a toda mi familia y amigos en Venezuela y los que están regados por el mundo por también apoyarme y quererme tanto siempre.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer a los profesores y tutores que me guiaron y me enseñaron día a día para lograr ser el profesional que soy hoy día, especialmente les agradezco por su paciencia y comprensión durante mi formación.

Quiero agradecer de igual manera a mi tutor David Guevara, desde la primera clase que me dio en primer semestre su manera de ser y de enseñar hizo que le tomara más cariño a la carrera, gracias por su paciencia y por guiarme como mi tutor de tesis, es una gran persona y aún más grande como profesional.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA	2
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTOS	6
ÍNDICE GENERAL.....	7
ÍNDICE DE TABLA	10
Listado de abreviaturas	11
Resumen en español.....	13
Abstract.....	14
Palabras claves.....	15
Key Words	15
Introducción/Antecedentes	16
Introducción	16
Antecedentes	17
Justificación	19
Marco Teórico.....	21
¿Qué son los antioxidantes?	21
Vitamina A.....	22
Licopeno	22
Luteína y zeaxantina	22
Fisiopatología de la aterosclerosis	23
Vitamina C.....	24
Vitamina E	25
¿Cuáles son las consecuencias negativas del consumo de suplementos antioxidantes?	26
Estrés oxidativo.....	26
¿Cómo se originan los radicales libres?.....	27

¿Dónde causan daño los radicales libres?	27
Estrés oxidativo en el deporte	28
¿Qué son los radicales libres?	28
Tipos de Ejercicio Físico	28
a) Ejercicio aeróbico:	28
b) Ejercicio anaeróbico:	29
Antioxidantes y ejercicio físico	30
Melatonina y ejercicio físico	31
Efectos de la melatonina	31
L-Glutamina	32
Suplemento de Creatina y su acción antioxidante	32
Antioxidantes comerciales	33
Lactaway ®	33
Niteworks ®	34
Resurgex ®	34
Otro tipo de suplemento con actividad antioxidante	35
Coenzima Q10	35
Spirulina	35
Beta-alanina	36
N-acetilcisteína	36
Astaxantina	36
Creatina y estrés oxidativo	36
Productos Naturales	37
Arándanos	37
Zanahoria	38
Planteamiento del Problema	39
Preguntas De investigación	41
Objetivos	42
Objetivo General	42

Objetivos específicos	42
Hipótesis	42
Metodología	43
Diseño de la Investigación	43
Criterios para selección de los estudios:	43
Criterios de Inclusión:	43
Criterios de exclusión:	43
Búsqueda Bibliográfica.....	44
Descripción de Diagrama Prisma.....	45
Resultados	47
Respuesta a los 3 objetivos específicos planteados:	53
Discusión	59
Limitaciones y Fortalezas	61
Conclusiones	62
Recomendaciones	62
Bibliografía	63

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Tabla de alimentos donde se encuentran las vitaminas y carotenoides	21
Tabla 2. Alimentos ricos en Vitamina A.....	24
Tabla 3. Alimentos ricos en Vitamina C.....	25
Tabla 4. Alimentos ricos en Vitamina E.....	26
Tabla 6. Información sintetizada de los estudios seleccionados	47
Tabla 7. Componentes de Vitaminas y beta-carotenos que usan los atletas	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA del proceso de selección de estudios	45
Figura 2. Manual para el consumo de antioxidantes (parte frontal)	57
Figura 3. Manual para el consumo de antioxidantes (parte posterior).....	58

Listado de abreviaturas

1. **OS**= Estrés oxidativo
2. **ROS**= Especies reactivas de oxígeno
3. **PGC-1 α** = Coactivador 1-alfa del receptor gamma activado por proliferadores de peroxisomas
4. **Nrf2**= Factor nuclear 2 relacionado con el factor eritroide 2
5. **SOD**= Superóxido dismutasa
6. **CAT**= Catalasa
7. **GPX**= Glutati3n Peroxidasa
8. **LDL**= Lipoproteína de baja densidad
9. **NSQ**= Núcleo supraquiasmático
10. **6-SMT**= 6-sulfatoximelatonina
11. **RL**= Radicales libres
12. **UCI**= Unidad de cuidados intensivos
13. **VO2max**= Volumen máximo de oxígeno
14. **CoQ10**= Coenzima Q10
15. **GSSG**= Disulfuro de glutati3n
16. **GSH**= Glutati3n
17. **EPR**= Esfuerzo percibido
18. **NO**= Óxido nítrico
19. **MVC**= Contracciones voluntarias máximas
20. **N**= Nitrato
21. **C**= Citrulina
22. **FTP**= Potencia umbral funcional
23. **VO2R**= Consumo de oxígeno de en masa corporal
24. **VT1**= Umbral ventilatorio 1
25. **VT2**= Umbral ventilatorio 2
26. **FATMAX**= Intensidad a la que se da la máxima oxidaci3n de las grasas
27. **MC**= Monohidrato de creatina

- 28. **VO_{2R}**= consumo de oxígeno de en masa corporal
- 29. **DMT**= Daño muscular tardío
- 30. **SmO₂**= hemoglobina y mioglobina oxidadas en tejido muscular esquelético
- 31. **ESV**= Volumen telesistólico
- 32. **EDV**= Volumen telediastólico
- 33. **SV**= Volumen sistólico
- 34. **CO**= Gasto cardíaco
- 35. **EF**= Fracción de eyección

Resumen en español

El estrés oxidativo puede llegar a ser un factor muy crítico que afecta el rendimiento y salud de los deportistas. Los antioxidantes han sido promovidos para ser utilizados en forma de estrategia efectiva para lograr mitigar los efectos negativos del estrés oxidativo. Esta revisión bibliográfica de tipo descriptiva tiene como objetivo analizar el efecto del aumento de la ingesta de antioxidantes en la prevención del daño oxidativo y la mejora del rendimiento en atletas. Se evaluaron estudios ya existentes entre los años 2014 y 2024 que abordaran la relación entre el consumo de antioxidantes y sus efectos sobre el estrés oxidativo en el rendimiento deportivo en individuos de edades entre 15 y 60 años.

La hipótesis planteada en esta investigación fue: ¿El aumento de consumo de antioxidantes disminuye el estrés oxidativo y aumenta el rendimiento en atletas? Y los resultados obtenidos demuestran que el incremento en el consumo de antioxidantes efectivamente logra reducir el daño oxidativo en los atletas, indicando efectos beneficiosos en la salud del grupo estudiado.

Sin embargo, la evidencia analizada sobre la mejora en el rendimiento atlético debido a la ingesta de suplementos antioxidantes sigue siendo contradictoria y requiere de más investigaciones para llegar a una conclusión concreta y definitiva. Por ende, aunque los antioxidantes desempeñan un papel importante en la protección contra el daño del estrés oxidativo, el impacto directo cuando se trata del rendimiento deportivo sigue siendo un área de estudio en desarrollo.

Abstract

Oxidative stress can become a critical factor affecting the performance and health of athletes. Antioxidants supplements have been promoted as an effective strategy to mitigate the negative effects of oxidative stress. This descriptive literature review aims to analyze the effect of increased antioxidant intake on the prevention of oxidative damage and the improvement of performance in athletes. Studies from 2014 to 2024 that address the relationship between antioxidant consumption and the effects on oxidative stress in athletic performance in individuals aged 15 to 60 years were evaluated

The hypothesis posed in this research was: Does the increased consumption of antioxidants reduce oxidative stress and enhance performance in athletes? The results obtained demonstrate that the increase in antioxidant consumption effectively reduces oxidative damage in athletes, indicating beneficial effects on the health of the studied group.

However, the evidence analyzed regarding the improvement in athletic performance due to antioxidant supplement intake remains contradictory and requires further investigation to reach a concrete and definitive conclusion. Therefore, although antioxidants play an important role in protection against oxidative stress damage, their direct impact on sports performance remains an area of developing study.

Palabras claves

Antioxidante, Deportes, atletas, estrés oxidativo, especies reactivas de oxígeno, suplementos.

Key Words

Antioxidant, Sports, athletes, oxidative stress, reactive oxygen species, supplements.

Introducción/Antecedentes

Introducción

El estrés oxidativo ocurre cuando la producción de especies reactivas de oxígeno (ROS) excede la capacidad del sistema de defensa del cuerpo para eliminarlas. Durante el ejercicio, el cuerpo aumenta su consumo de oxígeno para generar energía para la contracción muscular. La producción excesiva de ROS durante el ejercicio de alta intensidad puede abrumar al sistema de defensa antioxidante del cuerpo, lo que lleva al estrés oxidativo que pueda causar daño celular y perjudicar el rendimiento del ejercicio. (Lee, PubMed, 2023) En el ámbito deportivo, los atletas están especialmente expuestos a altos niveles de estrés oxidativo por culpa del aumento en la producción de especies reactivas de oxígeno durante sus entrenamientos o competencias que incluyan ejercicio intenso y prolongado. Esto ha generado un interés aumentado en la comunidad científica y en la comunidad deportiva sobre el papel de los antioxidantes en la eliminación de los efectos negativos del estrés oxidativo. En el ámbito deportivo se puede tomar como ejemplo un estudio realizado sobre la mejora de los efectos suplementarios de los antioxidantes naturales agudos derivados de la fermentación de levadura y la vitamina C en el rendimiento deportivo en atletas de triatlón, donde la conclusión de la suplementación combinada con vitamina C y glutatión fue más efectiva para mejorar la función metabólica, la función antioxidante, función cardíaca, etc, durante el ejercicio submáximo prolongado en triatletas de mediana edad. (Lee, Pubmed, 2023)

Los antioxidantes son compuestos que pueden neutralizar las especies reactivas de oxígeno y su ingesta en cantidades adecuadas ha sido propuesta como una estrategia potencial para prevenir el daño oxidativo y mejorar el rendimiento atlético. Estos compuestos pueden ser obtenidos mediante la dieta, especialmente en el consumo de ciertas frutas específicas (kiwi, fresa, arándanos, etc.), verduras (brócoli, zanahoria, espinacas, etc.) y suplementos dietéticos específicos. (Vilaplana, 2007)

La presente tesis se enfoca en realizar una revisión bibliográfica del impacto del aumento en la ingesta de antioxidantes sobre la prevención del daño oxidativo y la mejora en el rendimiento de los atletas. Se analizarán los estudios relevantes que han investigado

esta relación entre los antioxidantes y el deporte, evaluando tanto los efectos beneficiosos como las posibles limitaciones y riesgos asociados con la suplementación antioxidante.

Antecedentes

Estudios de la universidad de Catalunya, España sobre los efectos de la suplementación con antioxidantes en el daño muscular y estrés oxidativo en carreras de media distancia, muestran como resultado que: “La suplementación con antioxidantes parece disminuir el estrés oxidativo bloqueando los canales de señalización celular; no obstante, impacta de manera desfavorable en la adaptación muscular a largo plazo durante el ejercicio físico.” (Brito, 2024)

El estrés oxidativo (OS) se produce cuando el sistema de defensa antioxidante es superado por la abundancia de especies reactivas de oxígeno (ROS) y factores prooxidantes. Diversas enfermedades como la hipertensión, la resistencia a la insulina, la diabetes mellitus tipo 2 y enfermedades neurodegenerativas, se caracterizan por un OS prolongado. El ejercicio físico emerge como una herramienta económica para prevenir o mejorar estas enfermedades. Sin embargo, durante la actividad física, se generan ROS agudas que activan la vía PGC-1 α /Nrf2. Esta vía de señalización facilita la interacción con los elementos de respuesta antioxidante (ARE), desencadenando una regulación que permite la expresión de enzimas antioxidantes, incluidas SOD, CAT, GPX y biogénesis mitocondrial. Tanto en animales sanos como en individuos que practican ejercicio físico, la suplementación con antioxidantes "scavengers" reduce la expresión y actividad de PGC-1 α , SOD, CAT y GPX en varios tejidos, a diferencia de los antioxidantes "indirectos". La capacidad preventiva del ejercicio físico contra el OS crónico se ve disminuida cuando se combina con la suplementación de antioxidantes "scavengers". (Rodrigo, 2023)

Los resultados de varios antioxidantes han sido adversos, ya que, al reducir las especies reactivas de oxígeno producidas durante el ejercicio, se interfiere con la adaptación del músculo esquelético. Los polifenoles presentes en varios frutos y extractos de hierbas, son un tipo de antioxidantes con propiedades variables según su estructura y composición. Algunos de ellos pueden activar rutas de señalización celular similares al ejercicio físico,

generando diversos estímulos en el músculo esquelético. Esto puede ayudar a mitigar el daño oxidativo inducido por el ejercicio e incluso potenciar sus efectos. (Donadio, 2022)

“La investigación ha examinado la efectividad de consumir antioxidantes naturales derivados de arándanos (como los flavonoides, antocianinas, fenoles y vitamina C, entre otros), para contrarrestar los impactos negativos del ejercicio. Este análisis sistemático revisó 7 ensayos aleatorios, revelando resultados favorables en la prevención del estrés oxidativo, fortalecimiento del sistema inmunológico, modificación de factores de riesgo cardiometabólicos y facilitación de la recuperación muscular.” (Martinez, 2023)

Justificación

El propósito principal de esta investigación es determinar mediante una revisión bibliográfica si el aumento del consumo de suplementos antioxidantes interviene en la prevención del daño oxidativo y si estos les aportan a los deportistas en la mejoría de su rendimiento en su disciplina. Además, como en la actualidad existe un gran interés en las estrategias nutricionales y de suplementación que pueden optimizar el rendimiento de los atletas y como la suplementación con antioxidantes es una de estas estrategias potenciales.

Este estudio también tiene como finalidad elaborar un manual o guía acerca del uso y el consumo de antioxidantes en la población deportiva con el fin de mejorar los hábitos alimenticios, mejorar el consumo de suplementos antioxidantes y educar con este manual a los deportistas que están buscando mejorar su rendimiento físico en su deporte, así evitar que estos deportistas tengan un mal uso de estas ayudas ergogénicas y no corran el riesgo de llegar al abuso de estos suplementos.

Una revisión bibliográfica exhaustiva proporcionara una visión general de la evidencia científica disponible y ayudara a los entrenadores, nutricionistas y atletas a tomar decisiones informadas y con base sobre el uso de antioxidantes como parte de su régimen de entrenamiento.

Este estudio lograra contribuir a la evolución de los conocimientos científicos en el campo de la nutrición deportiva y a la fisiología del ejercicio ya que en la actualidad existe una cantidad considerable de estudios sobre los antioxidantes y aún existen controversias, esto demuestra que existen áreas que requieren investigaciones más profundas. También permitirá identificar las brechas en el conocimiento actual y se podrán destacar las áreas donde se requiere más investigación.

Al revisar la literatura existente se podrá identificar las tendencias en las respuestas de diferentes tipos de atletas a la suplementación de estos antioxidantes, esto ayudará a lograr la personalización de las recomendaciones nutricionales para los atletas de distintos deportes y distintos niveles. Identificar que requerimientos y que efectos tiene la ingesta de antioxidantes es de bastante importancia en la salud y rendimiento de los deportistas.

Por lo tanto, surge la necesidad de realizar una revisión bibliográfica que pueda analizar el efecto del aumento de la ingesta de antioxidantes en la prevención del daño oxidativo y su posible correlación con la mejora en el rendimiento de los atletas. Esta revisión que se realizara no solo explorara los efectos de diversos antioxidantes en el rendimiento deportivo, si no que culminara con la realización de un manual acerca del uso y consumo de antioxidantes en la población deportiva para ayudar a reducir el riesgo de abuso de ayudas ergogénicas y educar a esta población a usar estos suplementos de la manera correcta.

Marco Teórico

¿Qué son los antioxidantes?

Un antioxidante dietético es una sustancia que forma parte de los alimentos de consumo cotidiano y que puede prevenir los efectos negativos de especies reactivas sobre las funciones fisiológicas normales de los humanos. (H., 2015) Los antioxidantes exógenos provienen de la dieta, y dentro de este grupo se incluyen la vitamina C (Choudhary, 2021), vitamina E (Ungurianu, 2021), vitamina A y los carotenoides (Lohr, 2009), el selenio que es el más tóxico de los minerales incluidos en nuestra dieta, actúa en conjunto con la vitamina E como antioxidante. (Avello, Scielo, 2006) Alimentos donde se pueden encontrar dichas vitaminas y carotenoides:

Tabla 1. Tabla de alimentos donde se encuentran las vitaminas y carotenoides

Vitaminas y Carotenoides	Alimentos donde se pueden encontrar
Beta-carotenos	Se puede encontrar en casi todas las frutas (naranja, mandarina, caqui o palosanto) y hortalizas de color anaranjado (zanahoria), así como en los vegetales de hojas verdes (espinacas, perejil, kale). (Gamboa, 2015)
Selenio	Cereales, carne, pescado, etc. (Garrido, 2013)
Vitamina A	Vísceras de animales, zanahorias, mantequilla, quesos, huevos. (Vilaplana, 2007)
Vitamina C	Camu-camu, naranjas, Guayaba, Kiwi, Brócoli, Papaya, Mango, Etc. (Castillo-Velarde, 2019)
Vitamina E	Aceite de girasol, Aceite de maíz, coco, margarina, nueces. (Vilaplana, 2007)

Nota. Elaboración propia a partir de Gamboa (2015), Garrido (2013), Vilaplana (2007) y Castillo-Velarde (2019).

Lo que hacen los antioxidantes es detener las reacciones de oxidación en las células a partir de las cuales nacen los nocivos radicales libres. Por lo tanto, el papel de los antioxidantes es clave en la reducción de tumores, enfermedades cardiovasculares y de

enfermedades neurodegenerativas (Alzheimer, Parkinson, etc), también actúan potenciando el sistema inmunológico. (Vilaplana, 2007)

Vitamina A

Esta vitamina solo está presente como tal en alimentos de origen animal, mientras que en los vegetales se encuentra como provitamina A, en forma de carotenos. (Vilaplana, 2007) La deficiencia de esta vitamina es uno de los problemas de salud pública más prevalentes a nivel mundial, principalmente a los países menos desarrollados, afectando especialmente a mujeres y niños, la causa más común de deficiencia de esta vitamina es la ingesta inadecuada, sobre todo estando en presencia de infección. Las consecuencias de la deficiencia son xerofthalmia (es una enfermedad ocular que se produce cuando la cantidad o calidad de lagrime en el ojo no es la adecuada), ceguera nocturna, anemia y mayor susceptibilidad a infecciones. (Casal, 2013)

Los betacarotenos tienen una actuación atrapando radicales libres y moléculas de oxígeno libre; de ahí el efecto protector que se les atribuye. Los betacarotenos son los carotenoides más conocidos. (Vilaplana, 2007)

Lycopeno

Es un carotenoide que se encuentra principalmente en el tomate, conserva sus propiedades funcionales después de ser procesado, posee efectos antioxidantes, quimioterapéuticos y antiinflamatorios sobre enfermedades cardiovasculares, neurodegenerativas y algunos tipos de cáncer y no presenta toxicidad. Sin embargo, parece que su consumo a través de la dieta es insuficiente. (María, 2013)

La OMS promueve a través de guías alimentarias el consumo diario de 400g de frutas y verduras por su contenido en sustancias antioxidantes entre ellas el licopeno, la ingesta de licopeno es muy variada con un promedio entre 5 y 7 mg/día. (María, 2013)

Luteína y zeaxantina

Estos son otros carotenoides que tampoco se convierten en vitamina A y estos desarrollan un papel en la visión. Se encuentran en la retina y en la región macular (la luteína

se encuentra en ambas, pero la zeaxantina solo se encuentra en la región macular). La deficiencia de estas se relaciona con la degeneración macular. (Vilaplana, 2007) La degeneración macular es una enfermedad que se caracteriza por presentar neovascularización coroidea, junto con desprendimiento del epitelio pigmentario y neurosensorial, y/o presencia de líquido intrarretiniano. (Marsal, 2024) Y la deficiencia de esta es desencadenada por: alteraciones genéticas, estrés oxidativo, alteraciones del metabolismo lipídico y consumo de alcohol y tabaco. (Marsal, 2024)

La luteína y la zeaxantina, al igual que otros carotenos antioxidantes, están presentes en alimentos vegetales, aunque especialmente en vegetales que provienen de hojas verdes oscuras (algas, guisantes, brócoli, espinacas, acelga, repollo, etc.). Los carotenos también tienen actuación en las enfermedades cardiovasculares y parece que desempeñan un papel en la prevención de la oxidación de las LDL que supondría el inicio de la lesión aterosclerótica. (Vilaplana, 2007)

Fisiopatología de la aterosclerosis

La aterosclerosis produce un cambio estructural en la pared de las arterias de mediano y gran calibre, este cambio afecta principalmente a la capa íntima, donde se produce una infiltración y una acumulación de colesterol y de elementos celulares, como respuesta de la inmunidad innata a dicha acumulación de lípidos y de sus productos de degradación o metabólicos. (Badimon, 2017) Primero, las células que inicialmente son reclutadas a la zona de la lesión son monocitos que se diferencian a macrófagos en las fases iniciales de desarrollo de la lesión. Luego, si no hay resolución del daño local, se disparan los procesos de inmunidad adaptativa y se reclutan células T y B en la zona. Las células musculares lisas vasculares que están en la capa media de las arterias se diferencian y empiezan a moverse a la capa íntima donde cambian la regulación de la vasotonicidad de la zona lesionada, aparte de producir cambios en su expresión de genes. Por ende, la lesión aterosclerótica es el resultado de una infiltración de lípidos que da comienzo a una respuesta inflamatoria especializada a diferentes cambios en la pared vascular. (Badimon, 2017)

Tabla 2. Alimentos ricos en Vitamina A

Alimentos ricos en Vitamina A	Cantidad en $\mu\text{g}/100\text{g}$ (equivalentes de retinol)
Vísceras de animales	5.800
Acedera	2.100
Zanahorias	2.000
Espinacas (cocidas)	1.000
Perejil	1.160
Mantequilla	970
Boniatos (Camote)	670
Aceite de Soja	583
Atún y bonito frescos o congelados	450
Quesos	240
Huevos	220
Otras verduras (tomates, lechugas, etc.)	130

*La cantidad recomendada por día es de 800-1.000 μg (como retinol)

Nota. Adaptado de Vilaplana (2007).

Vitamina C

Se le atribuyen propiedades antioxidantes a esta vitamina y se debe de destacar su papel a la hora de evitar la proliferación de nitrosaminas. Las nitrosaminas son productos con elevado potencial carcinógeno que se forman a partir de nitratos y nitritos. (Martín, 2001) Un antioxidante, por definición es aquel que tiene la capacidad de donar electrones al radical libre que se encuentra inestable con el fin de prevenir la oxidación de otros compuestos, cuando un antioxidante dona sus electrones, se convierte en un radical libre, pero no tiene la capacidad de ser reactivo. (Castillo-Velarde, 2019) En este sentido, la vitamina C luego de donar un electrón, se convierte en el ácido semihidroascorbico o radical ascórbilo, pero es relativamente estable y poco reactivo. Luego de que pierda su segundo electrón, es cuando se forma el ácido dehidroascorbico, la reducción a ácido ascórbico será la más estable. (Castillo-Velarde, 2019)

La vitamina C actúa como antioxidante y agente reductor. Interviene proporcionando electrones a compuestos tanto en el interior de la célula como extracelular también. Así esta vitamina puede actuar de manera extracelular conjuntamente con la vitamina E, en la prevención de la oxidación lipídica, la cual es segunda causa de deterioro de los alimentos, después de la acción de los microorganismos y tiene como consecuencias las alteraciones

en el aroma y sabor (enranciamiento), en la textura, en el color, la pérdida de ciertos nutrientes determinados y la formación de sustancias potencialmente nocivas. (Vilaplana, 2007)

Tabla 3. Alimentos ricos en Vitamina C

Alimentos ricos en Vitamina C	Cantidades en mg/100g
Kiwi	500
Guayaba	480
Pimiento Rojo	204
Grosella Negra (casis)	200
Perejil	150
Caqui	130
Col de Bruselas	100
Limón	80
Coliflor	70
Espinaca	60
Fresa	60
Naranja	50

*La cantidad recomendada por día es de 50-60 mg

Nota. Adaptado de Vilaplana (2007).

Vitamina E

La actividad antioxidante de la vitamina E se centra concretamente en la inhibición de la peroxidación lipídica causada por los radicales libres, acción que tiene lugar en los fosfolípidos de la membrana celular, tejido adiposo, cerebro, lipoproteínas y en los tejidos que tengan una alta cantidad de ácidos grasos poliinsaturados. Al impedir la oxidación de membranas celulares, esta vitamina permite la regeneración de los tejidos aparte de una buena nutrición. (Vilaplana, 2007)

Hablando del mecanismo de acción, el alfatocoferol se sitúa en la membrana celular cercano a la superficie, lo que permite una mejor funcionalidad como antioxidante y regenerar la forma oxidada de esta vitamina mediante una interacción con otros antioxidantes, como los flavonoides. Las vitaminas C y E se hallan directamente relacionados porque la vitamina C actúa regenerando los radicales oxidados de la vitamina E. (Vilaplana, 2007)

Tabla 4. Alimentos ricos en Vitamina E

Alimentos ricos en Vitamina E	Cantidades expresadas en mg/100g
Aceite de girasol	55
Aceite de maíz	31
Germen de trigo	30
Avellanas	26
Almendras	25
Coco	17
Germen de maíz	16
Aceite de soja	14
Soja germinada	13
Aceite de oliva	12
Margarina	10
Cacahuates y nueces	9

*La cantidad recomendada por día es 8-10 mg

Nota. Adaptado de Vilaplana (2007).

¿Cuáles son las consecuencias negativas del consumo de suplementos antioxidantes?

- La vitamina C es una vitamina hidrosoluble y difícilmente se acumula en el cuerpo, pero una sobredosis puede provocar diarreas y otras complicaciones (Acidez estomacal, vómitos, dolor de cabeza, diarrea, etc). (Zeratsky, 2022)
- El déficit de vitamina E incrementa el riesgo de enfermedades cardiovasculares. (Estrella, 2015)
- El selenio en dosis elevadas puede ocasionar molestias gastrointestinales como náuseas, vómitos y diarrea. (Salehi, 2018)

Estrés oxidativo

El estrés oxidativo es un término asociado a las células y a la acción de un radical libre que le afecta, así en condiciones normales se da un equilibrio entre la producción de

los radicales libres u otras especies reactivas con los mecanismos antioxidantes (endógeno y exógeno). Dicho equilibrio permite a la toxicidad por oxidación sea menor y con menos daño celular. Cuando se rompe este equilibrio, este se podrá asociar con un déficit en el sistema antioxidante o por la proliferación descontrolada de los radicales libres. (H., 2015)

¿Cómo se originan los radicales libres?

Los radicales libres se generan en la cadena transportadora de electrones mitocondrial con la participación de los complejos respiratorios I y III, que ceden un electron al oxígeno transformándolo en anión superóxido. (Guerra, 2023) Las enzimas oxidantes involucradas son la xantina-oxidasa, la triptófano-dioxigenasa, la indolamindioxigenasa, la mieloperoxidasa, la galactosa oxidasa. La ciclooxigenasa, lipoxigenasa, monoamino-oxidasa y la NADPH oxidasa. Entre las sustancias y agentes es conocida la relación de los productos cíclicos de naturaleza redox como son la doxorubicina, alloxano, diquat, estreptozozina y el paraquat, con los radicales libres. (Militar, 2002) También se generan debido a ciertas sustancias como las radiaciones ionizantes, una concentración de oxígeno demasiado elevada, los pesticidas, metales pesados, la acción de ciertos xenobióticos (cloroformo, paracetamol, etanol, tetracloruro de carbono, etc.) o humo de tabaco. (Avello, Scielo, 2006)

Existen algunas circunstancias en que también se producen radicales libres como son:

- Dieta insuficiente en antioxidante
- Dieta hipercalórica
- Fenómenos de isquemia y reperfusión
- Ejercicio extenuante
- Procesos inflamatorios y traumatismos (Militar, 2002)

¿Dónde causan daño los radicales libres?

Del oxígeno se derivan moléculas inestables denominadas radicales libres que pueden causar daño a nivel celular, cuando se pierde el equilibrio entre dichas moléculas y el sistema de defensa antioxidante que poseen los seres vivos, generando el estrés oxidativo. (Constanza, 2012)

Estrés oxidativo en el deporte

¿Qué son los radicales libres?

El estrés oxidativo refleja un desbalance entre la producción de especies de oxígeno reactivo y la actividad y cantidad de las defensas antioxidantes del organismo, que cuando son sobrepasadas, se produce daño tisular y celular. (Vega, 2018)

El Malondialdehído (MDA), es un producto final del proceso y puede ser medido en tejidos, plasma y también orina mediante diversas técnicas, este es el marcador que con más frecuencia se utiliza para evaluar el nivel de estrés oxidativo en atletas y al igual que la IL-6 (Proteína producida por diferentes tipos de células) tiene una cinética de liberación aguda en relación a la actividad física. (Vega, 2018)

El estrés oxidativo disminuye la fuerza y rendimiento: mecánicamente hablando, las especies reactivas de oxígeno pueden acelerar la fatiga del musculo esquelético al reducir la sensibilidad al calcio y pueden disminuir la fuerza máxima activada por el calcio. El aumento de la producción de especies reactivas de oxígeno debido a ciertas enfermedades o ejercicio físico puede exceder la capacidad del sistema antioxidante, lo que puede desencadenar en disfunción y estrés oxidativo. (Arazi, 2021)

La relación entre el ejercicio y estrés oxidativo es compleja, ya que varía dependiendo del tipo de ejercicio, su duración, intensidad y el nivel de entrenamiento anterior y de la capacidad antioxidante total de cada deportista. (Vega, 2018)

Tipos de Ejercicio Físico

- a) Ejercicio aeróbico: El ejercicio aeróbico realizado regularmente genera un aumento de la capacidad de trabajo y un moderado descenso de la frecuencia cardiaca, lo que en definitiva da como resultado una mayor capacidad aeróbica y un incremento de la

capacidad de realizar actividad física. Ejemplos de alto impacto; Jugar Fútbol, jugar tenis y bailar. (Vélez, 2011)

Aunque un periodo de entrenamiento aeróbico intenso puede causar daño oxidativo a las fibras musculares, el ejercicio aeróbico regular ayuda a aumentar la capacidad de las células para disminuir la sobreacumulación de especies reactivas de oxígeno. (Arazi, 2021)

- b) Ejercicio anaeróbico: El ejercicio anaeróbico en comparación con los tipos de ejercicios aeróbicos, requieren de un volumen de entrenamiento menor, aunque las intensidades más elevadas para poder alcanzar un buen estado de forma atlética. (Rodríguez, 2015)

El entrenamiento de resistencia aumenta la actividad de las enzimas antioxidantes si es que se realiza regularmente durante un tiempo prolongado. En este sentido, da Silva et al. Afirmaron que seis meses de entrenamiento de resistencia pueden mejorar la respuesta de las personas al estrés oxidativo y este mecanismo puede ayudar a desempeñar un mejor nivel de salud y rendimiento. Sus resultados mostraron ningún cambio en la actividad de superóxido dismutasa, pero si mostraron un aumento en la actividad de catalasa. (Arazi, 2021)

Hablando de ejercicios anaeróbicos existe un estudio realizado en la influencia del entrenamiento en fútbol sobre parámetros de estrés oxidativo que llegó a la conclusión de que existe un mayor estrés oxidativo en jugadores de fútbol que en personas sedentarias, por lo que puede llegar a ser necesaria una suplementación con antioxidantes en este grupo. (Coll, 2020)

Numerosos estudios han tratado de observar tanto la respuesta aguda como la respuesta crónica del ejercicio físico sobre parámetros de estrés oxidativo y respuesta antioxidante, estrés oxidativo se ha destacado en respuesta a cualquier forma de ejercicios exhaustivos aeróbicos y anaeróbicos. Así la acumulación de ejercicio intenso prolongado puede provocar un aumento del estrés oxidativo, incluso en deportistas altamente entrenados. (Coll, 2020)

Antioxidantes y ejercicio físico

La vitamina C (ácido ascórbico) y la E (tocoferol) son de los antioxidantes más usados, considerados esenciales, ya que no pueden ser sintetizados por los mamíferos y por lo tanto son requeridos en la dieta, gran parte de estudios de antioxidantes y dolor muscular tardío (DMT) se han enfocado al uso de estas vitaminas. (Luján, 2014)

En una revisión bibliográfica realizada en el año 2014 realizada en la Universidad Autónoma de Chihuahua, México, se llegó a la conclusión que después de analizar los estudios seleccionados la suplementación con vitamina C ayuda poco en la disminución del dolor muscular tardío, pero, si logra una reducción de radicales libres lo que protege al atleta del daño muscular. (Luján, 2014)

En ese sentido antes mencionado, después de la revisión bibliográfica la suplementación con vitamina E al parecer tampoco protege contra el daño muscular a diferencia con la vitamina C que si lo hace. Cuando se combinan ambas vitaminas en la suplementación parece que tiene mejores resultados en la disminución del daño muscular tardío. (Luján, 2014) También cuando se realiza alguna combinación entre alguna vitamina con otro tipo de terapia, disminuye en mayor medida el dolor muscular tardío, aunque en esos casos es difícil determinar en qué proporción afecta cada una de las estrategias usadas. (Luján, 2014)

Hay una alta posibilidad que el ejercicio físico aislado aumente el daño oxidativo y en contraposición el entrenamiento regular y sistemático reduzca estos efectos, pero sin poner al organismo al ejercicio excesivo y al sobre-entrenamiento que conduce a un estado de estrés oxidativo. Algunos estudios pueden indicar que al incluir en la dieta de atletas entrenados alimentos con antioxidantes, redujo el estrés oxidativo. Además, la producción de ácido láctico durante el ejercicio puede convertir el superóxido (radical poco dañino) a un hidroxilo (altamente lesivo para la célula). (H., 2015)

Melatonina y ejercicio físico

Esta es una hormona que producida por el cuerpo. Regula los ciclos de día y noche o los ciclos de sueño-vigilia. Desde el punto de vista filogenético, la melatonina cumplía una doble función de control de los ciclos circadianos, así como de molécula antioxidante. Desde el punto de vista filogenético ha estado ligada a la protección antioxidante frente a las radiaciones ionizantes y a una atmosfera muy rica en oxígeno, para eso la función de la melatonina era ralentizar las funciones celulares durante las horas de mayor exposición a dichas radiaciones durante el día, para activarlas durante las horas de oscuridad durante las cuales existía un menor riesgo. (Galván, 2008)

La biosíntesis de la melatonina se rige por una vía multisináptica cuyo origen está en la retina y por medio del tracto retino-hipotalámico accede al núcleo supraquiasmático (NSQ) del hipotálamo, para después llegar a la epífisis. La actividad secretora de la glándula pineal y su relación con el fotoperiodo requieren la integridad de esta inervación. A medida que se sintetiza es liberada a la circulación, por lo que los niveles plasmáticos son un buen indicador de su producción. En su mayoría la melatonina circulante es excretada por la orina en forma de compuestos sulfatados como el catabólico 6-sulfatoximelatonina (6-SMT). (Galván, 2008)

Efectos de la melatonina

La melatonina posee actividad anticancerígena por medio de efectos antiproliferativos, antioxidantes e inmunoestimulantes. Esta hormona ha mostrado efectos beneficiosos en el tratamiento de:

- a) Neoplasias de mama
- b) Próstata
- c) Suprime directamente la secreción de hormonas tiroideas en enfermedades graves
- d) En esclerosis múltiple y esclerosis lateral amiotrófica logra reducir la aparición de la enfermedad y la severidad de los síntomas.

- e) En la diabetes mellitus tipo 1 tiene un efecto inmunomodulador.
- f) Favorece también a la liberación de sustancias protectoras de los vasos como la vitamina E y C.

(Costa, 2019)

L-Glutamina

La glutamina no es considerada como un aminoácido esencial, sin embargo, juega un rol muy importante en la salud y crecimiento de neonatos y adultos. La suplementación dietaria de glutamina disminuye los problemas de salud, previene la atrofia intestinal, mantiene el estatus antioxidante, disminuye la incidencia de diarreas, y eso resulta en un incremento de la ganancia de peso y mejora de la eficiencia alimenticia. La glutamina es el combustible preferido de las células del sistema inmune y de las células intestinales. (Gaibor, 2020)

Con respecto a la acción de L-Glutamina: Un artículo publicado por la academia española de nutrición y dietética menciona que: Este es un antioxidante que protege a las células contra el daño oxidativo y que a nivel deportivo la suplementación de glutamina se utiliza para mejorar la recuperación muscular post-ejercicio, minimizando el catabolismo proteico y también potenciando la síntesis de proteínas, lo que lleva a una mejor adaptación al entrenamiento. (Bisbal, 2024)

Según la Academia Española de Nutrición y Dietética la glutamina es uno de los suplementos más conocidos en el ámbito deportivo por su implicación en la recuperación muscular. (Bisbal, 2024)

Suplemento de Creatina y su acción antioxidante

El uso de suplementos antioxidantes como la creatina puede tener efectos positivos en el sistema antioxidante. Uno de los suplementos ergogénicos favoritos entre los atletas

(en todos ámbitos) es la creatina. Los estudios han demostrado que la suplementación con creatina combinada con entrenamiento de resistencia tuvo una mayor efectividad en el entrenamiento y aumento la fuerza muscular y la masa magra. (Arazi, 2021)

La creatina está compuesta por dos aminoácidos esenciales (arginina y metionina) y un aminoácido no esencial (glicina). El mecanismo de acción exacto de la creatina como antioxidante no se conoce. Sin embargo, se ha demostrado que aumenta la actividad de las enzimas antioxidantes y la capacidad de eliminar las especies reactivas de oxígeno y especies reactivas de nitrógeno. (Arazi, 2021)

Parece que los efectos antioxidantes de la creatina pueden deberse a varios mecanismos, como sus mecanismos indirectos (aumento o normalización del estado energético celular) y directos (mantenimiento de la integridad de la mitocondria). El consumo de estos suplementos puede tener un efecto sinérgico con el entrenamiento, pero la intensidad y duración del ejercicio físico pueden desempeñar un papel de vital importancia en la actividad antioxidante. (Arazi, 2021)

Antioxidantes comerciales

Lactaway®

Esta es una bebida deportiva que contiene picnogenol (Extracto de corteza de pino marítimo específico), el cual es rico en procianidinas que consiste en epicatequinas y catequinas. Esta bebida deportiva ha sido parte de distintos estudios, uno de ellos fue realizado por Mach y col. Que fueron los que encontraron que con el consumo del suplemento antes de un ejercicio intenso corto se dio un incremento en la duración de la prueba a la que fueron sometidos las personas. Bentley y col. Demostraron un reporte de que las personas evaluadas que consumieron esta bebida mostraron una mejora sustancial en el tiempo que tardan en llegar al agotamiento y el V02max en sujetos entrenados. (Fierro, 2019)

Por otro lado, Ackerman y col. Analizaron y evaluaron el efecto de dicha bebida deportiva sobre la potencia y velocidad durante la ejecución de un ejercicio como la

sentadilla y llegaron a la conclusión de; la suplementación con el antioxidante basado en picnogenol mejora el rendimiento durante el entrenamiento de fuerza en miembros inferiores. (Fierro, 2019)

Niteworks ®

Este es un suplemento que contiene: Ácido fólico (componente del complejo vitamínico B), Vitamina C, Vitamina E, L-Taurina (aminoácido que se encuentra en proteínas de origen animal como carne o pescado), L-Citrulina (aminoácido no esencial y no proteico, es decir; que se genera en el cuerpo, se puede encontrar en la sandía), L-Arginina (aminoácido que se encuentra en carnes rojas, aves, pescados y lácteos). De acuerdo con la información existente del comerciante, la fórmula de este suplemento funciona de la siguiente forma:

1. L-Arginina: produce óxido nítrico (ON).
2. L-Citrulina: produce L-Arginina produciendo así más óxido nítrico.
3. Vitamina C y Vitamina E: Extienden la acción del óxido nítrico, produciendo diversos beneficios fisiológicos. (Fierro, 2019)

Chen y col. Llegaron con su estudio a la conclusión que; el consumo de un suplemento que contiene arginina y además antioxidantes logra mejorar el umbral anaeróbico, aunque no conlleva a efectos sobre el VO₂max en personas entre 50 y 73 años de edad. (Fierro, 2019)

Resurgex ®

Según Arent y col. Que llevaron a cabo un estudio donde usaron el complemento Resurgex ® Fusion, el cual está compuesto principalmente por antioxidantes (75 mg Coenzima Q10, 500 U SOD/Gliadina, 1.750 mg ornitina cetoglutarato, 300 mg L-Carnitina, 100 mg

nucleótidos, 750 mg d-ribosa, 500 mg L-glutamina, 100 mg b-glycanos, 12,5 mg polifenoles, y 1.750 mg aminoácidos ramificados). Estudiaron su efectividad en el rendimiento físico atlético medido con umbral de lactato, el VO₂ max y el tiempo en que llegaban a la fatiga en un grupo de jugadores de fútbol. Aunque fue encontrado que la suplementación puede combatir el estrés oxidativo y el daño muscular, los efectos fueron poco perceptibles en el rendimiento de los atletas. (Fierro, 2019)

Otro tipo de suplemento con actividad antioxidante

Coenzima Q10

En este caso de la CoQ10 (que también es conocida como ubiquinona) se ha mostrado que tiene potencial antioxidante, con respecto a su respuesta sobre el rendimiento deportivo, Östman y col. Lograron evaluar los efectos de la suplementación crónica con Coenzima Q10 sobre el umbral ventilatorio y la capacidad anaeróbica, las presenten variables evaluadas permanecen sin cambios, sin embargo, Gharahdaghi y col. Reporto lo contrario debido a que encontraron resultados positivos con el consumo de este suplemento antioxidante. (Fierro, 2019)

Spirulina

Es una microalga que es rica en minerales y antioxidantes, que también contiene actividad antidiabética, así como ayudar en la disminución del síndrome metabólico en roedores, aunque todavía no hay evidencias de estos beneficios en humanos. Hernández-Lepe y col. Reportaron, en una revisión sistemática realizada con ocho estudios, donde se evaluó el efecto de la administración de la Spirulina sobre indicadores antioxidantes en humanos sugiriendo efectos positivos sobre la salud. Por otra parte, Kalafati y col. Analizaron el efecto de la Spirulina sobre diferentes variables, entre ellas; el tiempo hasta el agotamiento durante una prueba física al 95% del VO₂max y encontraron que, con la suplementación, la instalación de la fatiga fue más tardía. (Fierro, 2019)

Beta-alanina

También ha sido evaluado el efecto de beta-alanina que tiene la capacidad de mejorar la eliminación de iones hidrogeno lo que aumenta las adaptaciones al momento del entrenamiento; sin embargo, según Smith-Ryan y col. No se encontraron variaciones significativas en el tiempo de agotamiento, ni en la velocidad crítica, ni en la capacidad de carrera anaeróbica, evaluados en 50 sujetos entrenados recreativamente. (Fierro, 2019)

N-acetilcisteína

Esta posee propiedades antioxidantes de forma indirecta y directa. Su grupo tiol libre es capaz de interactuar con grupos electrofílicos de especies reactivas de oxígeno; en la evaluación realizada sobre este suplemento, si se encontró una mejora en los sprints repetidos en atletas bien entrenados. (Fierro, 2019)

Astaxantina

Es un carotenoide natural con propiedades antioxidantes fuertes, aunque la suplementación con astaxantina incrementa los niveles plasmáticos, esto no produce aumento en la oxidación de grasas ni la duración del ejercicio submáximo en ciclistas entrenados. (Fierro, 2019)

Creatina y estrés oxidativo.

La creatina es un metabolito de tres aminoácidos (metionina, arginina y glicina) que se sintetizan mediante la cooperación de varios órganos, incluidos el páncreas, riñones y el hígado. La carne de res es una fuente rica de glicina, arginina y metionina. Se ha demostrado que aumenta la actividad de las enzimas antioxidantes y la capacidad de eliminar especies reactivas de oxígeno y especies reactivas de nitrógeno. (Arazi, 2021)

Además, el 90% de la creatina total se almacena en el músculo esquelético y las mitocondrias son una fuente importante de especies reactivas de oxígeno, que incluyen molécula de agua, dióxígeno y posiblemente hidróxido y peroxinitrito en el músculo esquelético. La creatina protege dos objetivos celulares diferentes e importante, el ácido desoxirribunucleico mitocondrial (ADNmt) y el ARN (ácido ribonucleico) contra el daño oxidativo. (Arazi, 2021)

También se ha demostrado que la creatina causa otros efectos relacionados que ayudan a la célula a funcionar y sobrevivir bajo estrés oxidativo. Es posible que la creatina mantenga la integridad mitocondrial a través de la actividad antioxidante dirigida a los orgánulos, que proporciona una cantidad significativa de contenidos de tiorintracelularmente y promueve la mitocondriogénesis adecuada, previniendo el daño oxidativo del ARN en situaciones en las que se requiere el uso del ARNm (ácido ribonucleico mensajero) y así ejerce sus efectos antioxidantes. (Arazi, 2021)

Productos Naturales

Un producto natural muy utilizado es el jugo de remolacha, que fue estudiado en el ámbito de rendimiento muscular y se lograron conseguir efectos positivos en relación con el rendimiento muscular en extensión de rodilla isométrica. Otro producto natural es la uva, la cual es probablemente la fuente más importante de resveratrol; muchos estudios han evaluado y mostrado beneficios cardiovasculares y actividad quimiopreventiva del cáncer. En corredores (recreacionales) se ha encontrado que logra retrasar significativamente el agotamiento del corredor y también mejora tanto el VO₂max como también el umbral anaeróbico. (Fierro, 2019)

Arándanos

El arándano es una planta nativa del hemisferio norte y esta fruta es muy reconocida por sus potenciales beneficios para la salud. Dicho efecto está involucrado en gran parte a la capacidad antioxidante de varios fotoquímicos capaces de prevenir o ralentizar los

procesos oxidativos que intervienen en distintas patologías. Los principales responsables son los compuestos fenólicos de dicha capacidad antioxidante, siendo los arándanos una de las mejores fuentes de fenoles de distinta naturaleza; ácidos fenólicos, antocianinas, proantocianidinas y flavonoles. (Arteaga, 2016)

Zanahoria

Según un artículo publicado en Scielo en el año 2015, entre las hortalizas mencionadas que contienen Beta-caroteno, se encuentra a la zanahoria, aparte de que la zanahoria también contiene Licopeno el cual es un carotenoide con actividad antioxidante pero no provitamínica. Los beta-carotenos son antioxidantes muy eficaces, independientemente de su actividad vitamínica, este es un precursor de la vitamina A y el consumo excesivo de este puede llegar a producir una coloración amarillenta de la piel, la que puede desaparecer si se reduce el consumo. (Estrella, 2015)

Planteamiento del Problema

En el ámbito deportivo, el rendimiento óptimo es un objetivo constante tanto para atletas de elite como para aquellos que buscan mejorar su desempeño. Pero este rendimiento puede estar limitado por diversos factores, entre los cuales el daño oxidativo juega un papel significativo. Ya que este es el resultado del desequilibrio entre la producción de especies reactivas de oxígeno (ROS) y la capacidad antioxidante del organismo. Este puede comprometer la salud celular y sistémica, afectando directamente la capacidad de un atleta para entrenar y competir en su máximo potencial.

Sin embargo, en la actualidad la literatura nos da evidentes discrepancias, tanto en la propia presencia de estrés oxidativo relacionado con diferentes esfuerzos, como en los fenómenos adaptativos que podrían derivarse en desequilibrios que persisten durante un periodo determinado. En consecuencia, la verdadera importancia fisiopatológica del estrés oxidativo inducido por el ejercicio y sus condiciones de practica son todavía confusas y por esto requieren una revisión completa. (Fernandez, 2009)

Tampoco es novedad el problema que existe con ciertos atletas por culpa de problemas con sus dietas, que en muchos casos son inadecuadas. En un estudio hecho en la Universidad Estatal De Bolívar ubicada en la ciudad de Guaranda – Ecuador, donde se abordó los aspectos nutricionales, de suplementación e hidratación en el ámbito deportivo de los atletas que practican el fisico culturismo se llegó a la conclusión que: “Una buena nutrición, suplementación e hidratación, no puede sustituir un entrenamiento incorrecto o una forma física regular, pero, una nutrición, suplementación e hidratación inadecuada puede perjudicar el rendimiento en un deportista bien entrenado.” (Carrasco, 2020)

Otro problema que se presenta, es que los hábitos alimentarios pueden llegar a afectar al condicionamiento físico de jugadores de fútbol de entre 9 y 13 años de edad, según un estudio realizado en 30 jugadores del Liceo Naval Almirante Guise en Lima - Perú, muestra que: Los resultados obtenidos tras procesar y analizar los datos, que los hábitos alimentarios influyen significativamente en el condicionamiento físico en jugadores de futbol de 9 a 13 años del Liceo Naval Almirante Guise.” (Delgado, 2022)

Por otro lado, se identificaron inconvenientes relacionados con el abuso o el mal uso de las ayudas ergogénicas, ya sea por intentar hacer trampa o por recibir información errónea o mal recomendados, según Krapp que menciona: Hay deportistas que emplean estas ayudas ergogénicas sin haberlas recibido de nutricionistas profesionales, sino que las comienzan a utilizar por sugerencia de compañeros, vendedores, entrenadores, etc. quienes no siempre están completamente familiarizados con las funciones, ventajas o efectos secundarios de estas, desconocen si estos productos tienen respaldo científico y mucho menos la porción o dosis recomendada, lo que conlleva a que estos atletas mal informados corran el riesgo de abusar de la dosis.” (Krapp, 2023).

La evidencia científica sugiere que el aumento de la ingesta de los antioxidantes a través de la dieta o por suplementación podría llegar a ser una estrategia parcialmente efectiva para contrarrestar el daño oxidativo y puede ser altamente eficaz para evitar el daño tisular. Sin embargo, existe una amplia gama de antioxidantes con diferentes mecanismos de acción y efectos sobre el organismo, y la eficacia de su uso en atletas aún está sujeta a debate, ya que los radicales libres de oxígeno son esenciales para estabilizar y ajustarse a la falta de oxígeno en los tejidos causada por el ejercicio. Se necesitan ciertos niveles de estos para poder garantizar una función muscular óptima. Sin embargo, la evidencia nos habla de que el uso prolongado de suplementos antioxidantes puede obstaculizar la capacidad de adaptación crónica al esfuerzo, pero, por el contrario, la administración puntual y aguda de antioxidantes en momentos de máximo estrés oxidativo puede ser muy efectiva para prevenir el daño tisular. (Avello, 2006)

El planteamiento de este problema es para buscar responder a la pregunta de si el aumento de la ingesta de antioxidantes puede ser una estrategia que sea eficaz para lograr mejorar el rendimiento deportivo al prevenir el daño oxidativo en atletas. Además, se busca identificar con este estudio que antioxidantes específicos podrían ser más beneficiosos para los atletas, en que dosis y en que contextos deportivos.

Preguntas De investigación

1. ¿Cuál es la relación entre estrés oxidativo y el rendimiento deportivo?
2. ¿Qué componentes de los suplementos antioxidantes pueden ayudarle a los deportistas de alto rendimiento?
3. ¿Cuáles son los posibles efectos secundarios o contraindicaciones asociadas con el consumo elevado de antioxidantes en atletas?

Objetivos

Objetivo General

- “Analizar la evidencia científica para determinar si el aumento del consumo de suplementos antioxidantes interviene en la prevención del daño oxidativo y mejoran el rendimiento en atletas”

Objetivos específicos

1. Describir los principales suplementos antioxidantes y sus componentes que usan los atletas.
2. Identificar los posibles beneficios, como también los efectos adversos y contraindicaciones que podrían tener los atletas en su salud y rendimiento.
3. Elaboración de un manual acerca del uso y el consumo correcto de antioxidantes en la población deportiva.

Hipótesis

- ¿El aumento de consumo de antioxidantes disminuye el estrés oxidativo y aumenta el rendimiento en atletas?

Metodología

Diseño de la Investigación

El diseño de esta tesis es una revisión bibliográfica de tipo descriptiva o tradicional ya que tiene como objetivo revisar la información actual que ya existe, en el caso de esta tesis, sobre los suplementos antioxidantes para prevenir el daño oxidativo y mejorar el rendimiento en atletas, con la finalidad de determinar si realmente los antioxidantes están involucrados en la mejoría del rendimiento deportivo aparte de ayudar a reducir el estrés oxidativo.

Criterios para selección de los estudios:

Criterios de Inclusión:

- ✓ Estudios y/o ensayos clínicos realizados en humanos.
- ✓ Estudios que hablen de los antioxidantes como suplemento o que hablen de antioxidantes en el ámbito deportivo.
- ✓ Estudios que hayan sido publicados desde el año 2014 hasta el año 2024.
- ✓ Estudios en población deportiva a partir de 15 años hasta los 60 años.
- ✓ Estudios en idiomas español e inglés.

Criterios de exclusión:

- ✓ Estudios publicados hace más de 10 años, o sea antes del 2014
- ✓ Estudios que no mencionen el uso de antioxidantes como suplemento o que no mencionen el uso de antioxidantes en el deporte.
- ✓ Estudios en la población deportiva que sean menores de los 15 años de edad o mayores de los 60 años de edad.
- ✓ Estudios que se encuentren en un idioma diferente al español o inglés.

Búsqueda Bibliográfica

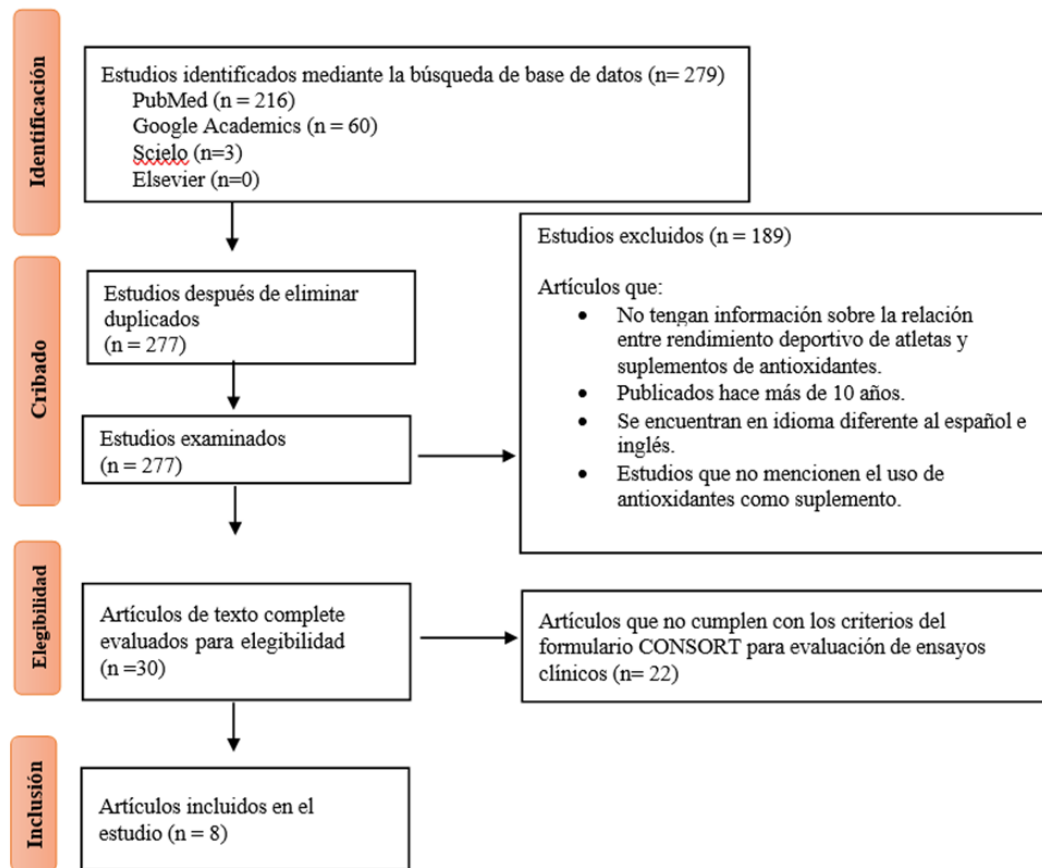
Esta revisión bibliográfica se realizó analizando artículos científicos, investigaciones, metaanálisis, revisiones sistemáticas, ensayos experimentales y ensayos cruzados aleatorizados, doble ciego, controlado con placebo. Con la meta de sintetizar lo mejor posible la información existente sobre la ingesta de antioxidantes como suplemento en el deporte. Para juntar toda la información se utilizó páginas de búsqueda avanzada como: Pubmed, Google Academics, Scielo y Elsevier.

Para la búsqueda en Pubmed se utilizaron como palabras claves; “antioxidant supplement” y “sports performance”, para así lograr unos resultados enfocados netamente en la meta de este proyecto de investigación. Se utilizaron términos MESH: “(Sports performance) AND (antioxidant supplements)”, luego se aplicaron los filtros de búsqueda que fueron los siguientes: se marcó en Text Availability la opción de “Full Text”, se marcó en Article type las opciones; “Clinical trial, Meta-Analysis, Randomized Controlled Trial, Review, Systematic Review”. En Publication Date se marcó la opción de “10 Years” y finalmente en Article Language se marcaron las opciones “English, Spanish”. Donde se obtuvo un resultado final de 216 artículos.

En Google Académico la búsqueda se realizó con las palabras claves: “Suplementos antioxidante y rendimiento de atletas”. Donde en filtros se colocaron: en tiempo de publicación; la opción de intervalo específico y se colocó un rango desde el 2014 hasta el año 2024 (2014-2024). En la opción de “ordenar” se marcó la opción de “ordenar por relevancia”. En idioma; se marcó la opción de “buscar solo páginas en español” y finalmente en la opción de tipo de artículo; se marcó la opción de “artículos de revisión”. Donde se obtuvo una cantidad de 60 artículos.

Para la búsqueda avanzada de la página Scielo se utilizaron las palabras claves: “suplementos antioxidantes” y “rendimiento físico”. Fueron utilizados los términos MESH: “(suplementos antioxidantes) AND (rendimiento físico)”. Donde se dio un total de 3 artículos.

Figura1. Diagrama de flujo PRISMA del proceso de selección de estudios



Nota. Elaboración propia.

Descripción de Diagrama PRISMA

Los estudios identificados mediante la búsqueda de base de datos dieron un total de 279 artículos, donde; del buscador Pubmed se consiguieron 216 artículos científicos, en Google Academics se encontró de 60 artículos, en Scielo se encontraron 3 artículos y el Elsevier no se encontró ninguno.

En el cribado se eliminaron dos artículos científicos del total que estuvieron duplicados lo cual dio un total de 277 artículos encontrados que fueron examinados. Luego de la examinación se excluyeron 189 artículos por los criterios de exclusión los cuales fueron artículos que:

- No tengan información sobre la relación entre el rendimiento deportivo de atletas y suplementos de antioxidantes
- Publicados hace más de 10 años

- Se encuentran en idioma diferente idioma al español e ingles
- Estudios que no mencionen el uso de antioxidantes como suplemento.

Por elegibilidad, quedaron 30 artículos los cuales eran los artículos que poseían el texto completo, que después de pasar esos 30 artículos por los criterios del formulario CONSORT para evaluación de ensayos clínicos, se restaron 22 artículos científicos que fueron los que no cumplieron con la puntuación de los criterios del formulario CONSORT. Finalmente, los artículos que fueron incluidos en el estudio dieron un total de 8 artículos científicos.

Resultados

La información que fue encontrada en los 8 artículos seleccionados para esta tesis, se logró detallar en una tabla en donde se extrajo;

1. Autor/año.
2. Número de Hombres.
3. Número de Mujeres.
4. Número total de participantes.
5. Rango de edad.
6. Sujetos de estudio.
7. Dosis utilizada en el estudio.
8. Resultados.

Tabla 5. Información sintetizada de los estudios seleccionados

Autor / Fecha	Hombres	Mujeres	Total	Rango de edad	Sujetos de estudio	Intervención	Dosis	Resultados
Lee E, Park HY, Kim SW, Sun Y, Choi JH, Seo J, Jung YP, Kim AJ, Kim J, Lim K., 2023	9	3	12	43-55 años	Atletas de triatlón	Consumo de vitamina C, Glutación	Vitamina C: 110 mg Glutación: 252mg extraído de la levadura	Función metabólica: solo se observaron efectos en VCO ₂ , RER y O ₂ pulso. Oxigenación del musculo esquelético: no hubo efecto. Función cardiaca: No hubo efecto
Bourdas DI, Travlos AK, Souglis A, Stavropoulou	38	-	38	-	Jugadores de baloncesto masculino altamente	Suplementación con mangiferina-quercetina	Mangiferina: 84 mg Quercetina: 140 mg	Se percibieron cambios los tiempos de circuito (CT) y los valores de esfuerzos percibido (RPE)

G, Zacharakis E, Gofas DC, Bakirtzoglou P., 2024					entrenados			
Lu TL, Zheng AC, Suzuki K, Lu CC, Wang CY, Fang SH., 2024	-	-	21	-	Atletas de combate a nivel nacional (13 atletas de taekwondo y 8 de boxeo)	Suplementación con L-Glutamina	L-Glutamina: 0,3 g/kg	La suplementación de L-glutamina durante 3 semanas mejoro la inmunidad de la mucosa, mejoro estado hormonal y redujo la tasa de infección urinaria de los atletas de deportes de combate.
Lu TL, Zheng AC, Suzuki K, Lu CC, Wang CY, Fang SH., 2023	12	-	12	19-20 años	Atletas universitarios de primera división de waterpolo japones a nivel nacional	Suplementación con ácido maslinico	Gelatina diaria con contenido 60 mg de ácido maslinico durante una semana	Se redujo eficazmente la fatiga perceptiva, el dolor, la inflamación y los marcadores de estrés oxidativo en la sangre en atletas de waterpolo altamente entrenados.
LE Roux-Mallouf T, Vallejo A, Pelen F, Halimaoui I, Doutreleau S, Verge	12	12	24	18 y 30 años	Jóvenes activos sanos realizaron ejercicios de evaluación de la función vascular esfuerzo locales y de todo el cuerpo	Suplementación con precursores de óxido nítrico (NO)	Bebida precursora de NO (Nitrato + Citrulina) en 100 ml de agua: Nitrato: Aporte de 520 mg Citrulina: 6g	El estudio muestra: Efecto sinérgico con suplementación diaria de N+C sobre la función muscular del cuádriceps (especialmente en las contracciones

s S. 2020								voluntarias máximas)
Martín ez- Nogue ra FJ, Marín- Pagán C, Carlos - Vivas J, Alcara z PE., 2020	40	-	40	15-55 años	Ciclistas Amateurs	Suplementación con 2S-hesperidina	Dos cápsulas de 250 mg al mismo tiempo de 2S-hesperidina (500 mg) durante 8 semanas.	La suplementación con 2S-hesperidina condujo a mejoras significativas en el rendimiento del ejercicio de intensidad submáxima y máxima en las pruebas incrementales frente al placebo.
Simpson AJ, Horne S, Sharp P, Sharps R, Kippelen P., 2019	28	-	28	16-21 años	Jugadores de fútbol de la Academia del Watford Football Club (FC)	Suplementación con creatina en las vías respiratorias	Creatina: 0,3 g/kg/d de monohidrato de creatina (CM) durante 1 semana (fase de carga) y 5 g/d durante 7 semanas (fase de mantenimiento)	Respuesta levemente mejor a la hiperpnea de aire seco con suplementos con MC (monohidrato de creatina).
Stankiewicz B, Cieślicka M, Kujawski S, Piskorska E, Kowalik T, Korycka J, Skarpańska-Stejnborn A., 2021	20	-	20	15-17 años	Jóvenes futbolistas semiprofesionales del club Międzyszkolny Uczniowski Klub Sportowy (MUKS)	Suplementación con antioxidantes en el equilibrio del estrés oxidativo.	200 ml de jugo de chokeberry y (100 ml dos veces al día, por la mañana y por la noche) durante 7 semanas.	La suplementación con jugo de chokeberry en la dieta de los futbolistas no afectó los indicadores de inflamación y manejo del hierro, el equilibrio pro-oxidativo-antioxidante y la morfología sanguínea determinados durante la

								prueba esfuerzo aplicada.	de
--	--	--	--	--	--	--	--	---------------------------------	----

Nota. Elaboración propia a partir de los estudios seleccionados.

El resultado del estudio realizado por Lee E. menciona que en la función metabólica entre los cuatros ensayos realizados, después de la suplementación durante la sesión de 90 minutos de ejercicio submáximo prolongado, solo se observaron efectos en VCO₂ ($p < 0,001$, $\eta^2 = 0,468$), RER ($p < 0,001$, $\eta^2 = 0,726$) y O₂pulso ($p < 0,001$, $\eta^2 = 0,445$). En la oxigenación del músculo esquelético no hubo un efecto principal significativo dentro del ensayo (suplemento) para la SmO₂. En la Función cardíaca no se observó ningún efecto principal significativo dentro del ensayo para SV, CO, EDV, ESV o FE. (Lee, PubMed, 2023)

En los efectos de la suplementación con mangiferina-quercetina en el baloncesto, un estudio realizado en 38 jugadores de baloncesto nos demuestra que esta suplementación si ayuda a mejorar el rendimiento deportivo. Este estudio se efectuó bajo una prueba de simulación de ejercicios de baloncesto de campo (BEST) donde se demostró mejoras estadísticamente significativas en el tiempo medio del circuito durante el BEST y reducciones notables en los valores del esfuerzo percibido (EPR) después de una dosis singular de suplementación con mangiferina-quercetina una hora antes de la prueba realizada. Donde existieron limitaciones como la inclusión de participantes exclusivamente masculinos, en segundo lugar; este estudio utilizó una dosis específica de mangiferina (84 mg) y quercetina (140 mg). Además, este estudio no incorporo una evaluación de marcadores bioquímicos, lo que pudo haber proporcionado un mejor análisis y comprensión de los mecanismos fisiológicos en juego. (Bourdas, 2024)

La suplementación con L-glutamina logro mejorar la inmunidad de las mucosas y también logro mejorar el estado hormonal de los atletas en deportes de combate. La suplementación con L-glutamina ha atraído el interés de los científicos en la nutrición deportiva debido a sus efectos positivos la recuperación de atletas y también en el sistema inmunológico. Fueron analizados 21 atletas de deportes de combate (13 deportistas de taekwondo y 8 deportistas de boxeo) de la Universidad Nacional del Deporte de Taiwán. Los hallazgos indican que la suplementación inveterada o intensade L-glutamina tiene el

potencial de prevenir las alteraciones a nivel hormonal catabólicas/anabólicas que son causadas por el entrenamiento intenso y prolongado, ayudando a los deportistas a mejorar el rendimiento deportivo y a también mantener su salud. (Lu, 2024)

El ácido maslinico (triterpeno pentacíclico presente en la capa cerosa que recubre el fruto y la hoja del olivo) utilizado como suplemento sobre la inflamación provocada por el ejercicio y el estrés oxidativo en jugadores de waterpolo, muestra que durante una semana (7 días) de suplementación con ácido maslinico lograron reducir eficazmente la fatiga perceptiva, la inflamación, el dolor y los marcadores de estrés oxidativo en la sangre en atletas de waterpolo entrenados a un alto nivel. Aclarando que en este estudio y análisis realizado sobre los jugadores de waterpolo no afectó al rendimiento de los atletas, pero sí logro suprimir la fatiga y el dolor muscular y estos resultados pueden estar ligados con que la magnitud del estrés oxidativo, daño muscular e inflamación provocados por el entrenamiento en este estudio es sustancialmente menor que en estudios anteriores. Se examinó la tasa de cambio en el antes y después de la intervención a los deportistas con y sin la ingesta de ácido maslinico, y con la ingesta del ácido maslinico si se redujo la inflamación, el daño y los niveles de marcadores de estrés oxidativo. (Shirai, 2023)

En el efecto sinérgico de la suplementación con precursores de óxido nítrico (NO) se encontró un estudio donde se tuvo como objetivo evaluar el efecto de la suplementación crónica con precursores de NO en la adaptación del entrenamiento de resistencia y fuerza en individuos jóvenes. Donde se mostró un efecto sinérgico de 8 semanas de suplementación diaria con nitrato y citrulina sobre la función muscular del cuádriceps especialmente en la MVC (contracciones voluntarias máximas), esto fue asociado con ningún cambio en la función vascular y el rendimiento aeróbico en bicicleta. Por ende, este estudio sugiere que la suplementación crónica de precursores de NO en jóvenes activos sanos puede acentuar algunas de las adaptaciones musculares inducidas por un programa de entrenamientos de resistencia y de fuerza. Así que, el resultado de este estudio fue; la suplementación con N (nitrato) + C (citrulina) no tuvo ningún efecto sobre la función vascular, ni oxigenación muscular y cerebral durante el ejercicio local y de todo el cuerpo. La suplementación con N + C indujo un aumento significativamente mayor en la fuerza máxima de los extensores de rodilla ($+5,1; \pm 3,5$; frente a $+0,2 \pm 5,5$ kg; $P=0,008$), así como una tendencia hacia un mayor aumento de la resistencia de los extensores de la rodilla ($+35,2 \pm 26,1$ frente a $+24,0 \pm 10,4$

contracciones, $P=0,092$) que el placebo, pero, no hubo ningún efecto sobre la mejora del rendimiento aeróbico máximo inducida por el entrenamiento. (Roux-Mallouf, 2020)

La suplementación con 2S-hesperidina (Flavonoide que se encuentra principalmente en los cítricos) sobre el rendimiento en ciclistas aficionados durante 8 semanas promueve la mejora en el FTP estimado (potencia umbral funcional), y la potencia máxima durante una prueba incremental. Además de que la suplementación con 2S-hesperidina puede prevenir una caída en la VO_{2R} (VO_{2R} = consumo de oxígeno de en masa corporal) (VT_2) (VT_2 =umbral ventilatorio 2) y FAT (FATMAX= intensidad a la que se da la máxima oxidación de las grasas y VT_1 = umbral ventilatorio 1)) en prueba escalonada en periodos de entrenamiento con menor volumen y carga. Estos hallazgos respaldan la 2S-hesperidina como una nueva ayuda ergogénica natural, que puede ayudar a los ciclistas a mejorar el rendimiento aeróbico. (Martínez-Noguera, 2020)

Con respecto a la suplementación con creatina en las vías respiratorias de los jugadores de fútbol de elite juvenil, donde se tomaron en cuenta 19 jugadores de fútbol de elite, entre 16 y 21 años de edad y el objetivo del estudio realizado fue determinar si la suplementación con creatina en combinación con el entrenamiento intensivo aumentaba la inflamación de las vías respiratorias y la capacidad de respuesta de vías respiratorias de los atletas. Los cambios leves desfavorables en FeSe (Sulfuro de Hierro) observaron NO (óxido nítrico) en jugadores de fútbol de elite juveniles, particularmente en aquellos con sensibilización alérgica, después de un curso recomendado de 8 semanas de suplementación con MC (monohidrato de creatina) respondieran ligeramente mejor a hiperpnea de aire seco en comparación con el grupo placebo después de suplementación. (Simpson, 2019)

El estudio realizado analizando los efectos de la suplementación con antioxidantes en el equilibrio del estrés oxidativo en futbolistas jóvenes, tomando en cuenta para el estudio a 20 atletas futbolistas donde se suplemento 200 ml de jugo de chokeberry (aronia negra) y los resultados de dicho estudio demostró que la suplementación con 200 ml de aronia negra no afecto significativamente el resultado de la prueba del pitido (Beep Test). Esta suplementación no logro afectar de manera significativa a ninguno de los parámetros bioquímicos, morfológicos o de rendimiento que fueron analizados. (Stankiewicz, 2021)

Respuesta a los 3 objetivos específicos planteados:

1. Describir los principales suplementos antioxidantes y sus componentes que usan los atletas:
 - Los principales suplementos que usan para mejorar el desempeño atlético son las vitaminas. Tanto la vitamina C, como la E y Beta-caroteno con propiedades antioxidantes, han sido analizadas de forma individual o colectiva para conocer su potencial efecto en el rendimiento físico. (Fierro, 2019)

Tabla 6. Componentes de Vitaminas y beta-carotenos que usan los atletas

Vitamina C	La vitamina C logra reducir diversas sustancias como: 1) Compuestos derivados de las especies reactivas de oxígeno (como el superóxido o radical hidroxilo) y especies reactivas de nitrógeno (como óxido nítrico, dióxido de nitrógeno y peroxinitrito). (Castillo-Velarde, 2019) 2) Compuestos como el radical alfa-tocoferoxil, que se produce cuando un radical libre interacciona con el alfa tocoferol y la lipoproteína de baja densidad). (Castillo-Velarde, 2019) 3) Elementos como el hierro férrico a ferroso (lo que favorece su absorción intestinal). (Castillo-Velarde, 2019) 4) Compuestos que son reactivos, pero que no son radicales libres, como nitrosaminas, ozono y el ácido hipocloroso. (Castillo-Velarde, 2019)
Vitamina E	La actividad antioxidante de la vitamina E se centra concretamente en la inhibición de la peroxidación lipídica causada por los radicales libres, acción que tiene lugar en los fosfolípidos de la membrana celular, tejido adiposo, cerebro, lipoproteínas y en los tejidos que tengan una alta cantidad de ácidos grasos poliinsaturados. (Vilaplana, 2007)
Beta-caroteno	Este es uno de los carotenoides dietarios más importantes, el beta-caroteno posee una intensa acción antioxidante eliminando los radicales libres y rompiendo la cadena de oxidación. Además, es un precursor de la Vitamina A. Se puede encontrar en frutas (naranja), hortalizas (zanahoria) y fuentes animales (hígado). El consumo excesivo de este puede producir coloración amarillenta en la piel. (Estrella, 2015)

Nota. Elaboración propia a partir de Castillo-Velarde (2019), Vilaplana (2007) y Estrella (2015).

2. Identificar los posibles beneficios, como también los efectos adversos y contraindicaciones que podrían tener los atletas en su salud y rendimiento:

Según los estudios analizados los posibles beneficios, efectos adversos y contraindicaciones serían los siguientes:

- Lee et al. (2023)

Beneficios: En la función metabólica solo se observaron efectos en la salida de dióxido de carbono (VCO₂), relación de intercambio respiratorio (RER) y pulso de oxígeno (O₂pulso). En la oxigenación del musculo y función cardiaca no hubo efectos.

Efectos adversos: No se reportaron efectos adversos que sean graves

Contraindicaciones: No se reportaron ni se identificaron contraindicaciones específicas para este tipo de suplementación.

- Bourdas y Travlos (2024)

Beneficios: Mejora significativa en rendimiento deportivo (cambios en los tiempos de circuito (CT) y valores de esfuerzos percibido (RPE)).

Efectos adversos: No fueron encontrados efectos adversos

Contraindicaciones: No se reportaron y se requieren más investigaciones para determinar la seguridad a largo plazo.

- Lu y Zheng (2023)

Beneficios: La suplementación de L-glutamina durante 3 semanas mejoro la inmunidad de la mucosa, mejoro estado hormonal y redujo la tasa de infección urinaria de los atletas de deportes de combate.

Efectos adversos: No se encontraron efectos adversos graves

Contraindicaciones: No se identificaron contraindicaciones en este estudio.

- Lu y Zheng (2022)

Beneficios: Existe reducción eficaz en la fatiga perceptiva, el dolor, la inflamación y los marcadores de estrés oxidativo en la sangre en atletas de waterpolo.

Efectos adversos: No se reportaron

Contraindicaciones: No se identificaron contraindicaciones en este estudio.

- LE Roux-Mallouff y Vallejo (2020)

Beneficios: El estudio muestra: Efecto sinérgico con suplementación diaria de N+C (nitratos + citrulina) sobre la función muscular del cuádriceps (especialmente en las contracciones voluntarias máximas).

Efectos adversos: No se reportaron

Contraindicaciones: Se requiere más investigaciones para determinar la seguridad a largo plazo y para personas con condiciones específicas como una enfermedad cardiovascular.

- Martínez-Noguera (2019)

Beneficios: La suplementación con 2S-hesperidina condujo a mejoras significativas en el rendimiento del ejercicio de intensidad submáxima y máxima en las pruebas incrementales.

Efectos adversos: No se encontraron efectos secundarios graves

Contraindicaciones: No se identificaron contraindicaciones específicas.

- Simpson AJ y Horne (2019)

Beneficios: Mejoró ligeramente la respuesta a la hiperpnea de aire seco en comparación con el grupo de placebo después de la suplementación con creatina en vías respiratorias.

Efectos adversos: La suplementación con monohidrato de creatina tiene un efecto adverso en las vías respiratorias de los atletas de elite, particularmente en aquellos con sensibilización alérgica.

Contraindicaciones: Consumir cantidades elevada y/o excesivas de antioxidantes puede interferir con la absorción de otros nutrientes.

- Stankiewicz B (2021)

Beneficios: No hubo efecto beneficioso.

Efectos adversos: No menciona ningún efecto adverso en este estudio.

Contraindicaciones: No fueron identificados en el estudio.

3. Elaboración de un manual acerca del uso y el consumo correcto de antioxidantes en la población deportiva:

Figura 2. Manual para el consumo de antioxidantes (parte frontal)

La porción recomendada en base para mujeres y hombres con actividad física moderada es de mínimo una porción y media (120gr; 40,5 kcal; 1.341 µg de vitamina A) o dos porciones comestible que son 160 gramos, la cual nos aporta 54 kcal y se obtendría 1,788 µg de vitamina A, con lo cual se lograría cumplir con la recomendación de consumo de Vitamina A diaria la cual es 1.000 µg. (Fundación española de la nutrición, 2020)

ARANDANOS

Esta fruta es muy reconocida por sus potenciales beneficios para la salud. Dicho efecto esta involucrado en gran parte a la capacidad antioxidante de varios fotoquímicos capaces de prevenir o ralentizar los procesos oxidativos que intervienen en distintas patologías. La cantidad que se recomienda de este alimento diariamente oscila entre 90 o 100 gramos. (Arteaga, 2016)

REMOLACHA

La remolacha posee un amplio valor nutricional, en forma general está compuesta por: 65,7% de agua; 4% a 8% de carbohidratos, 1,4% de proteínas, 0,4% de grasas, 1% de fibra soluble, compuestos bioactivos (polifenoles, antocianinas, antioxidantes (betalaina)) y sales de nitrato, además de minerales como potasio 312 mg/100 g, fosforo 31 mg/100 g, calcio 11 mg/100 g. (Barria, 2018)

Presentado como jugo se pueden consumir alrededor de 140 ml y 250 ml diariamente. En consumo directo de remolacha: Aproximadamente 500 gramos de remolacha cocida o cruda pueden proporcionar una cantidad significativa de nitratos.

NUTRICION Y DIETETICA
MIGUEL BELLO



BIBLIOGRAFIA

- Arteaga, A. (Octubre de 2016). Scielo. Obtenido de http://www.scielo.org/pel/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-5972016000400005
- Barria, H. F. (2018). Scielo. Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0777-75182018000300078
- CANCER, I. N. (s.f). Obtenido de <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionario/diccionario-cancer/del/estres-oxidativo>
- Fernández, J. (Marzo de 2009). Obtenido de ELSEVIER: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-andaluza-medicina-deporte-294-articulo-estres-oxidativo-inducido-por-el-1133495>
- Fierro, L. C. (Abril de 2019). Scielo. Obtenido de http://scielodiv.usc.edu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-519X2019000200194
- Garcia, S. (29 de Noviembre de 2023). Academia Española de Nutrición y Dietética. Obtenido de <https://www.academianutricionydietetica.org/nutricion-deportiva/entrenamiento/>
- Fundación española de la nutrición. (17 de Octubre de 2020). Obtenido de <https://www.fen.org.es/MercadoAlimentosFEN/pdfs/zanahoria.pdf>
- Patel, K. (2 de Agosto de 2023). Obtenido de Examine: <https://examine.com/foods/beet-root/>
- Rubio, C. (Febrero de 2007). Scielo. Obtenido de https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-1612007000100012

Este manual está realizado para atletas de alto rendimiento o deportistas por recreación de edades entre 15 y 60 años.

INVESTIGA MÁS SOBRE LOS ANTIOXIDANTES Y EVITA EL ESTRÉS OXIDATIVO EN TU CUERPO



MANUAL PARA CONSUMO DE ANTIOXIDANTES

**UN CORTO MANUAL PARA
USO DE DEPORTISTAS**

Nota. Elaboración propia basada en Arteaga (2016).

Figura 3. Manual para el consumo de antioxidantes (parte posterior)



¿QUE ES ESTRÉS OXIDATIVO?

Es una afección que se da cuando hay demasiadas moléculas inestables llamadas radicales libres en el cuerpo y no hay suficientes antioxidantes para eliminarlas. Esto puede causar daños en las células y tejidos.

Hay varios factores que quizás causen estrés oxidativo:

- Como la obesidad
- Mala alimentación
- El hábito de fumar
- Consumo de bebidas alcohólicas
- Tanto el ejercicio físico aeróbico, como el ejercicio anaeróbico, provocan un incremento en la producción de diferentes radicales libres.

(Fernández, 2009) (CANCER, s.f.)

SUPLEMENTOS COMERCIALES ANTIOXIDANTES

CREATINA

Uno de los suplementos ergogénicos favoritos entre los atletas (en todos los niveles):

¿Cuánta creatina tomar?

Según la Academia Española de Nutrición y Dietética lo principalmente recomendado es que hay que adaptar la dosis al momento de entrenamiento y a su nivel de carga, pero la dosis normal recomendada es; entre 3 y 5 gramos diarios durante la época de mayor carga.

(García, 2023)

RESURGE

Este producto es basado principalmente por antioxidantes como el zinc, teanina, lisina, L-arginina y en un estudio en el 2019 se llegó a la conclusión de que este suplemento puede llegar a combatir el estrés oxidativo.

(Fierro, 2019)

Según el envase del producto una porción son 2 capsulas por día después de haber comido o como lo recomiende un profesional de la salud.

COMIENZA A PREVENIR EL ESTRÉS OXIDATIVO

SUPLEMENTO DE ZINC

El zinc es un potente antioxidante. Neutraliza los radicales libres, protege las células de la piel y participa en el crecimiento del cabello y las uñas.

La ingesta recomendada de zinc para un adulto se sitúa entre 8 mg/día para las mujeres y 11 mg/día para los hombres. (Rubio, 2007)

FUENTES NATURALES ANTIOXIDANTES

ZANAHORIA

Según un artículo publicado por el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera del Gobierno de México en el año 2018, El consumo regular de esta legumbre protege el sistema cardiovascular; además de ser antioxidante también tiene un efecto positivo para prevenir problemas de vista como sequedad ocular (síndrome del ojo seco), cataratas, conjuntivitis o ceguera nocturna (Nictalopía).

(Gobierno de México, 2018)

Nota. Elaboración propia basada en Arteaga (2016).

Discusión

Comparando los estudios anteriormente descritos en la tabla de resultados con otros estudios o revisiones similares, podemos comparar que los resultados del estudio realizado en atletas de triatlón donde se tuvo un resultado significativo a nivel de función metabólica: solo se observaron efectos en VCO₂, RER y O₂pulso. (Lee, PubMed, 2023) Se encontró un estudio similar publicado en el 2021 durante 12 días en corredores masculinos de 25 o 40 K, no identifica cambios en VCO₂, RER ni O₂plus, pero si determina que con la suplementación de ubiquinol-10 en corto plazo logra aliviar el daño tisular en el musculo y la fatiga causada por el ejercicio extenuante. (Suzuki, 2021)

Para hacer una comparación en el estudio realizado en atletas universitarios de waterpolo de primera división con suplementación de ácido maslinico donde se encontró una reducción eficazmente la fatiga perceptiva, el dolor, la inflamación y los marcadores de estrés oxidativo en la sangre en atletas de waterpolo altamente entrenados. (Shirai, 2023) Se encontró un estudio si similar realizado en nadadores de elite con suplementación de coenzima Q10 y se demostró que esta suplementación al igual que la suplementación con ácido maslinico logró reducir el estrés oxidativo inducido por la intensidad de la natación, además de inhibir la expresión de los radicales libres pero este estudio donde se utiliza CoQ10 no menciona ni identifica nada con respecto a la fatiga perceptiva, el dolor e inflamación. (Emami, 2018)

La capacidad antioxidante en los jóvenes activos con la suplementación con precursores de óxido nítrico logró identificar un efecto sinérgico con suplementación diaria durante de 8 semanas de N+C sobre la función muscular del cuádriceps. (Roux-Mallouf, 2020) En cambio, otro estudio similar realizado en el 2012 que también se tomaron en cuenta jóvenes activos con dosis diaria durante 8 semanas con suplementación de 90 mg diario de coenzima Q10 no demostró ni logró distinguir cambios a nivel de función muscular ni en las pruebas de esfuerzo intensa, de hecho, menciona que la administración en dosis bajas de antioxidantes podría ser netamente ineficaz y en dosis más altas podrían impedir las adaptaciones celulares útiles. (Ostman, 2012)

La suplementación con 2S-hesperidina condujo a mejoras significativas en el rendimiento del ejercicio de intensidad submáxima y máxima en las pruebas incrementales

frente al placebo en ciclistas amateurs. (Martínez-Noguera, 2020) Comparándolo con un estudio realizado en atletas ciclistas masculinos con suplementación de antioxidantes donde en este estudio utilizando suplementación con MitoQ si hubo un tiempo medio de finalización de la contrarreloj fue un 1,3% más rápido con la suplementación en comparación con el placebo. (Broome, 2021) por lo tanto, en ambos estudios se declara que cada suplementación usada respectivamente; mejora el rendimiento de potencia máxima en ciclistas.

En la suplementación con creatina en las vías respiratorias de los jugadores de fútbol de la Academia del Watford Football Club de entre 16-21 años la respuesta ante la suplementación fue levemente mejor a la hiperpnea de aire seco con suplementos con MC (monohidrato de creatina). (Simpson, 2019) Un estudio en el mismo ámbito del fútbol con respecto al uso de suplementos antioxidantes fue uno elaborado en el año 2020 el cual fue un estudio observacional de los parámetros plasmáticos asociados a la CoQ10 (Coenzima Q10) en jugadores de fútbol profesional del equipo de primera división de España, el Athletic Club de Bilbao, durante dos temporadas consecutivas con suplementación de CoQ10, no identifico ninguna mejoría en la hiperpnea de aire seco pero si se llegó a la conclusión de que los altos niveles de CoQ plasmática pueden prevenir el daño muscular, mejorar la función renal y se asocian con un mayor rendimiento en jugadores de futbol profesional durante competición. (Cuesta, 2020)

En la suplementación con antioxidantes en el equilibrio del estrés oxidativo en jóvenes futbolistas semiprofesionales del club MUSK, en la cual la suplementación con jugo de chokeberry en la dieta de los futbolistas no afectó los indicadores de inflamación y manejo del hierro, el equilibrio pro-oxidativo-antioxidante y la morfología sanguínea determinados durante la prueba. (Stankiewicz, 2021) Se puede comparar con un estudio publicado en el 2020 con jugadores de futbol de la Universidad Católica Fu Jen en Taiwán, donde se suplemento una capsula de gelatina dura con almidón en polvo por día después de la comida con agua, durante 12 semanas, la dosis diaria fue de 300 mg/d de ubiquinona donde no se llegó a identificar ningún cambio en la morfología sanguínea ni en la inflamación y manejo de hierro, pero con respecto al equilibrio pro-oxidativo-antioxidante lo único que se logró fue identificar que con la suplementación de ubiquinona se puede

producir un aumento del estado de la ubiquinona y así aumentar mas la capacidad antioxidante. (Ho, 2020)

Limitaciones y Fortalezas

Las limitaciones que fueron presentadas en este estudio fueron principalmente el tiempo de realización y cantidad de estudios de suplementos antioxidantes en relación con el rendimiento deportivo. Es posible que por el factor tiempo de realización de esta revisión ocasionara que el manual sobre el uso correcto de los suplementos de antioxidantes no quedara más extenso y específico. Hablando de la cantidad de estudios, los 8 artículos que se lograron incluir en esta revisión no son suficientes ya que se nota mucha discrepancia en la información y eso desencadena que no haya una buena heterogeneidad de los estudios lo que dificulta la comparación entre resultados y por consecuencia también puede afectar las conclusiones, por lo cual en recomendaciones se coloca una forma de ampliar el campo de los estudios entre suplementos antioxidantes y el deporte. En las fortalezas de esta revisión pueden resaltarse: La metodología de búsqueda exhaustiva de la literatura donde se realizó en bases de datos científicas reconocidas como PubMed, Google Academics, Elsevier y Scielo, utilizando los filtros y palabras claves adecuadas para identificar los estudios científicos de alta calidad. Selección rigurosa de estudios donde se aplicaron los criterios de exclusión e inclusión para identificar los estudios adecuados que cumplieran con los requisitos para la revisión. Las conclusiones fueron basadas en la evidencia científica de fuentes confiables y la síntesis de la evidencia es clara y organizada para permitir una comprensión adecuada de los hallazgos principales de los estudios seleccionados.

Conclusiones

En conclusión, luego de la investigación de la literatura existente se puede determinar que los suplementos antioxidantes que son principalmente utilizados por atletas son: Vitamina C, Vitamina E y Beta-carotenos. De 8 estudios analizados: 7 estudios demostraron efectos beneficiosos con la suplementación de antioxidantes en los deportistas; solo 1 estudio no tuvo efectos beneficiosos (Stankiewicz B (2021)), y 1 estudio mostro efectos adversos (Simpson AJ y Horne (2019)). Solo 1 estudio reporto efectos secundarios (Simpson AJ y Horne (2019)). Se logró elaborar un manual para poder promover una mejor educación con respecto al estrés oxidativo y el uso adecuado de los antioxidantes en la población deportiva.

Recomendaciones

1. Para obtener una respuesta concreta a la pregunta sobre si los suplementos antioxidantes mejoran el rendimiento se requiere elaborar futuras investigaciones exhaustivas.
2. Para futuras revisiones bibliográficas sobre este tema y así poder obtener como resultado más artículos, la búsqueda de artículos científicos en PubMed se recomienda:
 - Buscar con términos MESH: “(antioxidant) AND (sports performance)”
 - Buscar con términos MESH: “(antioxidant) AND (sports)”
 - Buscar artículos publicados en un rango de 15 años.
 - Seleccionar en el filtro “AGE” las opciones entre “Child: 6-12” y “Aged: 65+ years”
3. Para la búsqueda en Google académico se recomienda utilizar como palabras claves en la búsqueda: “antioxidantes en deportistas” entre los años 2014 y 2024 así se obtienen más resultados en la búsqueda de artículos científicos en el idioma español, si se selecciona la opción de “cualquier idioma” se obtendrían unos pocos artículos más.

Bibliografía

- Abilés, J. (Agosto de 2008). Scielo. Obtenido de https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112008000500005
- Arazi, H. (Marzo de 2021). Pubmed. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8000194/>
- Arteaga, A. (Octubre de 2016). Obtenido de Scielo Peru: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172016000400005
- Avello, M. (2006). Obtenido de Scielo: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-04622006000200010#:~:text=Algunos%20ejemplos%20lo%20constituyen%20la,o%20el%20humo%20de%20tabaco.
- Avello, M. (2006). Scielo. Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-04622006000200010#:~:text=Los%20antioxidantes%20ex%C3%B3genos%20proviene%20de,es%20el%20antioxidante%20lipof%C3%ADlico%20mayoritario.
- Badimon, L. (2017). Elsevier . Obtenido de <https://www.elsevier.es/es-revista-clinica-e-investigacion-arteriosclerosis-15-pdf-X0214916817621144>
- Bisbal, C. (5 de marzo de 2024). Academia Española de Nutricion y Dietetica. Obtenido de <https://www.academianutricionydietetica.org/nutricion-deportiva/glutamina/>
- Bourdas, D. I. (Enero de 2024). Obtenido de PubMed: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10781150/>
- Broome, S. C. (21 de Agosto de 2021). PubMed. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8379793/>
- Casal, M. N. (Diciembre de 2013). Scielo. Obtenido de https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222013000400008
- Castillo-Velarde, E. R. (Diciembre de 2019). Scielo. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-05312019000400014
- Choudhary, S. (2021). ScienceDirect. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/topics/immunology-and-microbiology/vitamin-c>
- Coll, J. S. (17 de Febrero de 2020). Scielo. Obtenido de https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112019000400026
- Constanza, C. L. (2012). Scielo . Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1794-24702012000200009&script=sci_abstract&tlng=es#:~:text=Del%20ox%C3%ADgeno%20se

%20derivan%20mol%C3%A9culas,que%20se%20denomina%20estr%C3%A9s%20oxidativ
o.

- Costa, M. G. (Agosto de 2019). Scielo. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1817-59962019000200015#:~:text=La%20melatonina%20posee%20actividad%20anticancer%C3%ADgena,de%20mama%2C%20pr%C3%B3stata%20entre%20otros.
- Cuesta, A. S. (8 de julio de 2020). PubMed . Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32639220/>
- Emami, A. (Febrero de 2018). PubMed. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29498347/>
- Estrella, V. (2015). Scielo. Obtenido de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-300X2015000200010#:~:text=Tiene%20capacidad%20antioxidante%20y%20neutralizante,140%20y%20200%20mg%20diarios.
- Fierro, L. G. (Abril de 2019). Scielo. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-519X2019000200194
- Gaibor, J. Q. (Agosto de 2020). Scielo. Obtenido de http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-85962020000100086
- Galván, C. d. (Agosto de 2008). ELSEVIER. Obtenido de <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-andaluza-medicina-deldeporte-284-articulo-antioxidantes-ejercicio-fisico-funciones-melatonina-13127529#:~:text=La%20relaci%C3%B3n%20entre%20defensas%20antioxidantes,del%20aumentado%20del%20estr%C3%A9s%20oxidativo.>
- Gamboa, P. A. (28 de Julio de 2015). Scielo. Obtenido de <https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v28n4/0379-3982-tem-28-04-00042.pdf>
- Garrido, F. J. (2013). Scielo. Obtenido de <https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v28n5/05revision04.pdf>
- Guerra, H. G. (30 de Mayo de 2023). Scielo . Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-558X2023000200013#B9
- H., M. C. (2015). Scielo. Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchnut/v42n2/art14.pdf>
- Ho, C. C. (3 de Septiembre de 2020). Pubmed. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7555239/>
- Khallouki, F. (2020). ScienceDirect. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128119075000014>

- Lee, E. (Julio de 2023). Pubmed. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10421245/>
- Lohr, M. (2009). ScienceDirect. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/topics/neuroscience/carotenoid>
- Lu, T.-L. (Enero de 2024). PubMed . Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10783826/>
- Luján, R. C. (2014). Scielo. Obtenido de <https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v31n1/03revision03.pdf>
- María, C. B. (2013). Scielo. Obtenido de https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0212-16112013000100002&script=sci_abstract
- Marsal, J. O. (Diciembre de 2024). Scielo. Obtenido de [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272023000300003#:~:text=La%20degeneraci%C3%B3n%20macular%20asociada%20a%20la%20edad%20\(DMAE\)%20exudativa%20es,o%20presencia%20de%201%C3%ADquido%20intra%20retiniano](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272023000300003#:~:text=La%20degeneraci%C3%B3n%20macular%20asociada%20a%20la%20edad%20(DMAE)%20exudativa%20es,o%20presencia%20de%201%C3%ADquido%20intra%20retiniano)
- Martín, A. R. (Junio de 2001). Obtenido de ELSEVIER: <https://www.elsevier.es/es-revista-medicina-integral-63-articulo-alimentacion-cancer-una-reflexion-epidemiologica-13015319>
- Martínez-Noguera, F. J. (Diciembre de 2020). Obtenido de PubMed: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7767530/>
- Militar, I. S. (Junio de 2002). Scielo. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-65572002000200009#:~:text=Se%20originan%20por%20transferencia%20de,hidr%C3%B3xilo%20y%20el%20%C3%B3xido%20n%C3%ADtrico.
- Ostman, B. (Abril de 2012). PubMed . Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22079391/>
- Rodriguez, A. M. (Marzo de 2015). Obtenido de https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112015000300033
- Roux-Mallouf, T. L. (Noviembre de 2020). Obtenido de PubMed: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33064413/>
- Salehi, B. (25 de Octubre de 2018). PubMed. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6316255/>
- Shirai, T. (27 de Julio de 2023). Obtenido de Pubmed: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10375926/>

- Silva-Grigoletto, M. D. (Marzo de 2009). ELSEVIER. Obtenido de <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-andaluza-medicina-del-deporte-284-articulo-estres-oxidativo-inducido-por-el-13134195>
- Simpson, A. J. (19 de Marzo de 2019). PubMed. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30913162/>
- Stankiewicz, B. (7 de Junio de 2021). PubMed. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34098993/>
- Suzuki, Y. (Junio de 2021). PubMed . Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32003645/>
- The European Food Informacion Council . (2021). Obtenido de <https://www.eufic.org/es/vida-sana/articulo/la-diferencia-entre-ejercicio-aerobico-y-anaerobico/#:~:text=Definici%C3%B3n%20de%20ejercicio%20anaer%C3%B3bico,-En%20lo%20que&text=El%20ejercicio%20anaer%C3%B3bico%2C%20como%20el,segundos%20a%20unos%20pocos%20m>
- Ungurianu, A. (21 de Abril de 2021). Obtenido de MDPI: <https://www.mdpi.com/2076-3921/10/5/634>
- Vega, J. (20 de Agosto de 2018). Obtenido de Scielo: <https://www.scielo.cl/pdf/rhcardiol/v37n2/0718-8560-rhcardiol-37-02-00093.pdf>
- Vélez, R. R. (Marzo de 2011). Scielo. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-74342011000100002
- Vilaplana, M. (Noviembre de 2007). ELSEVIER. Obtenido de <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-antioxidantes-presentes-losalimentos-vitaminas-13112893>
- Zeratsky, K. (2022). Obtenido de Mayo Clinic: <https://www.mayoclinic.org/es/healthy-lifestyle/nutrition-and-healthy-eating/expert-answers/vitamin-c/faq-20058030>