



**Universidad  
Europea** CANARIAS

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES

# Efectos del zumo de remolacha en el rendimiento académico y físico en alumnos de bachillerato

Jorge Arquero Alonso-Majagranzas

TRABAJO FINAL DEL MÁSTER UNIVERSITARIO DE FORMACIÓN DE PROFESORADO  
DE EDUCACIÓN SECUNDARIA OBLIGATORIA, BACHILLERATO, FORMACIÓN  
PROFESIONAL, ENSEÑANZA DE IDIOMAS Y ENSEÑANZAS DEPORTIVAS

Convocatoria de abril de 2023

## Índice

Resumen.....	2
Abstract .....	3
1. Introducción .....	4
1.1. Relevancia de la investigación.....	7
1.2. Justificación de la investigación.....	9
2. Marco teórico.....	9
2.1. La remolacha y sus características .....	9
2.2. Otros suplementos .....	14
2.3. Zumo de remolacha en el rendimiento físico.....	15
2.4. Efectos secundarios suplementación .....	16
3. Metodología .....	18
3.1. Objetivos.....	18
3.2. Diseño .....	19
3.3. Estrategia de búsqueda .....	19
3.4. Criterios de inclusión y exclusión .....	20
4. Resultados y análisis crítico.....	22
4.1. Evaluar la información científica sobre la relación entre el rendimiento tanto académico como físico y la influencia de la suplementación con zumo de remolacha en alumnos de 1ºbachillerato.....	22
4.2 Evaluar si la mejora del rendimiento físico está relacionada con la mejora del rendimiento académico. ....	22
4.3 Describir los efectos secundarios asociados a la suplementación en adolescentes. ....	22
4.4 Diseñar un estudio experimental para analizar la relación entre rendimiento académico y físico con suplementación alimentaria con Zumo de remolacha. ....	24
5. Discusión y conclusiones .....	30
5.1 Discusión de los resultados y revisión de los objetivos.....	30
5.2 Conclusiones e implicaciones prácticas.....	31
5.3 Limitaciones .....	32
5.4 Prospectiva .....	33
6 Referencias.....	34

## Resumen

El zumo de remolacha es un tipo de suplementación que se está empezando a implementar dentro del ámbito deportivo, específicamente en el alto rendimiento. Sus propiedades están basadas en el óxido nítrico (ON) que produce una serie de cambios en el organismo. Sin embargo, el poco uso que se le da a la suplementación de este tipo en el ámbito de la salud y aún más en el rendimiento académico crea una situación de duda. Centrarnos en alumnos de primero bachillerato hace que la elaboración de estudios sea compleja sin embargo la comparación entre el zumo de remolacha y otro tipo de suplementación aporta datos que podríamos extrapolar hacia el ámbito de la educación y más concretamente en el rendimiento académico y físico. Debido a la falta de concreción en artículos con las premisas anteriormente comentadas se realizará una propuesta de estudio experimental en el que se probaría el zumo de remolacha como suplementación en el ámbito de la educación en específico en el rendimiento académico y en el rendimiento físico de los alumnos, más concretamente en alumnos de primero de bachillerato.

**Palabras clave:** Zumo de remolacha, Rendimiento académico; Rendimiento físico.

## Abstract

Beetroot juice is a type of supplementation that is starting to be implemented within the sports field, specifically in high performance. Its properties are based on nitric oxide (NO) that produces a series of changes in the body, however, the little use that is given to supplementation of this type in the field of health and even more so in academic performance creates a situation of doubt. Focusing on eleven grade of school students makes the elaboration of studies complex, however, the comparison between beetroot juice and other types of supplementation provides data that we could extrapolated to the field of education and more specifically in academic and physical performance. Due to the lack of specificity in articles with the aforementioned premises, a proposal is made for an experimental study in which beetroot juice would be tested as supplementation in the field of education, specifically in the academic and physical performance of students, more specifically in those students of eleventh grade.

**Keywords:** Beetroot juice, Academic performance; Physical performance.

## 1. Introducción

España se sitúa por debajo del resto de países de la unión europea en cuanto a rendimiento académico. La tasa de abandono en educación en 2021 era del 13,3 % aunque en los últimos años esta cifra ha ido disminuyendo. Siendo esta tasa mayor en algunas comunidades como Cantabria, Cataluña y Navarra; la menor tasa se encuentra en la comunidad de Galicia, Madrid, La rioja y Valencia. Esta tasa además es mayor en hombres que en mujeres. (Datos y cifras de la educación 2022)

En cuanto al nivel de rendimiento académico según el último informe PISA del que disponemos acceso, que es del 2018, no ha mejorado, cayendo 10 puntos en ciencias y 5 en matemáticas. La tasa de alumnos con bajo rendimiento en matemáticas es del 24,7 % y en ciencias 21,3 %, estando muy lejos del valor de referencia de la unión europea que está situado en el 15%. Además alumnos con rendimiento alto había muy pocos. Por último en cuanto al número de repetidores, estos se mantienen en un porcentaje elevado por encima del 25%. (PISA 2018)

Debido a que España tiene bajo rendimiento académico en comparación con los demás países europeos han surgido muchas investigaciones acerca de qué determinantes influyen y que se puede hacer para mejorarlo. Aunque no es una tarea sencilla ya que hay muchos factores implicados. Por lo que para poder entender esto debemos definir qué se entiende por rendimiento académico y los factores que lo determinan para poder buscar alguna solución que permita la mejora de dicho rendimiento.

Entendemos por rendimiento académico un sistema que mide los logros y conocimientos adquiridos por el alumnado. La definición es tanto objetiva ya que su expresión se mide en notas y promedios académicos pero también tienen unas variables subjetivas que no pueden ser medidas de manera objetiva (como son las de tipo personal, cognitivas, de estrategia y hábitos de estudio, motivación...). (Santander, 2011)

Podemos clasificar el rendimiento académico en cuatro niveles (de mayor a menor rendimiento): alto rendimiento (excelente) que es el estudiante que tiene el máximo nivel de conocimiento y pasa al siguiente curso, buen rendimiento (aceptable) aquel estudiante que pasa al siguiente curso pero necesita seguimiento académico, bajo rendimiento (deficiente)

es aquel que necesita refuerzo académico para conseguir el conocimiento y para pasar al siguiente curso y por último estaría el fracaso escolar donde el alumno no posee el conocimiento y no consigue el paso de curso. (Santander, 2011)

Las variables subjetivas que afectan al rendimiento son las siguientes: variables orgánicas (desarrollo, nutrición, enfermedades), variable cognitiva (procesamiento de la información, inteligencia, problemas visuales o auditivos, de atención-concentración, atención), variable de estrategias y hábitos de aprendizaje., variable de la motivación y el auto concepto y variables de factor social (la familia, la escuela y las condiciones socioeconómicas y culturales). En cuanto al nivel socioeconómico se ha demostrado que condiciona el rendimiento siendo mejor cuanto mejor es dicho nivel. (Santander, 2011)

En cuanto a la variable nutrición se debe mantener una alimentación saludable ya no solo para tener una buena salud sino para un correcto rendimiento diario tanto académico como físico ya que los neurotransmisores funcionan mejor, manteniendo la integridad del sistema nervioso y mejorando la capacidad cognitiva. Varios estudios han relacionado las enfermedades mentales con una alimentación equilibrada. Esto afecta debido a que la única forma que tiene el cerebro para obtener la energía es la glucosa. Si este método de obtención de energía se ve alterado puede ocurrir que no se mantenga la integridad funcional de este.

El impacto que produce el proceso alimentario nutrimental y metabólico en la salud mental de los seres humanos ha sido investigado y algunos autores señalan que se puede influir en el funcionamiento cerebral con la manipulación de las sustancias que ingiere el individuo. (Casañas, 2003)

Todo ello es de especial importancia durante la adolescencia (periodo de crecimiento que abarca desde después de la niñez hasta antes de entrar en la edad adulta, 10-19 años) ya que en esta etapa en donde tienen lugar los cambios en la composición corporal y la maduración a nivel psicosocial y emocional. En esta etapa los adolescentes tienden a hacer dietas especiales distintas a las de sus padres como la vegetariana, vegana..., además en esta época es cuando más actividades fuera del hogar se realizan teniendo horarios de comida fuera de hora, omitiendo ciertas comidas y aumentando el consumo de comida basura. Además están influenciados por los medios de comunicación por lo que su imagen corporal depende de aquello que ven y esto puede llevar a una alimentación deficiente para el correcto

rendimiento adoptando a veces dietas restrictivas y conllevando muchos problemas de la conducta alimentaria.

Por lo tanto para que una alimentación se considere equilibrada se necesitan ingerir la cantidad suficiente de alimentos 4 o 5 veces al día siendo de especial importancia el desayuno ya que aporta la energía necesaria para el buen funcionamiento durante el día. Y muchos alumnos no lo consumen. Se ha demostrado que quienes consumen desayuno y ese número de comidas al día tienen mejores notas en lengua, mates y en la media general. Además el consumo del desayuno mejora la función cognitiva, emocional y el rendimiento físico. (Ibarra Mora et al.)

Por lo que algunos alimentos que recomiendan tomarse son los que contienen un alto grado de omega 3, fósforo, vitamina b12, yodo, hierro, zinc... El omega 3 es de los suplementos dietéticos que están más de moda y más utilizados para la memoria ya que este elemento se encuentra en abundancia en el cerebro pero los estudios en humanos no muestran claros beneficios al respecto ya que aunque este elemento se encuentre en el cerebro no significa que a una mayor cantidad mayor funcionamiento cerebral. Lo único que se ha visto es que su déficit si influye en el rendimiento pero no existen deficiencias en los estudiantes por lo que su uso no es recomendable ni justificado. (Bravo J et al.)

El fósforo es poco interesante a nivel de suplementación ya que al igual que el omega 3 encontramos esta sustancia en la mayoría de alimentos que ingerimos de manera que nuestro cuerpo de forma natural ya obtiene los beneficios de dichos suplementos. El déficit de la vitamina B12 perjudica el rendimiento ya que se ha observado que pacientes con esta deficiencia sufren de una serie de problemas neurológicos como por ejemplo hipotonía muscular, pérdida de pautas madurativas e incluso convulsiones, pero este déficit suele encontrarse en mayores de 50 años y vegetarianos. También se ha demostrado que si no padeces de falta de vitamina B12 de manera intrínseca la ingesta de esta vitamina no mejorará el rendimiento. (Bravo J et al.)

En cuanto al yodo, su déficit es frecuente en nuestra población pero basta con suplirlo con sal yodada. De igual manera si no existen déficits no mejora el funcionamiento cerebral. Al igual pasa con el hierro, el 5 % de los adultos sufren anemia que puede causar problemas de

atención y el rendimiento puede disminuir, por lo que se habrá de suplir el déficit tomando hierro. Con el zinc pasa lo mismo que con los demás nutrientes, no se ha visto que haya déficit en la sociedad y si lo consumimos en exceso puede ser perjudicial.

No se ha visto que ninguno de los siguientes complementos mejoren el rendimiento en ningún aspecto: Aceite de germen de trigo, ácido gamma-aminobutírico, ácido gamma-linoleico, ácido linoleico (Omega-6), bebidas energéticas, coenzima Q10 (ubiquinona), creatina, fenilalanina, fosfatidilserina, fosfatidil colina, germen de trigo, glutamina, inositol, lecitina, levadura de cerveza, lino o sus ácidos grasos esenciales, L-teanina, L-triptófano, magnesio, manganeso, multivitamínicos, proteína de suero, quercetina, taurina, tirosina, vitamina B2, 2-dimetilaminoetanol hidrógeno tartrato.

De momento no se ha evaluado el rendimiento académico en relación con el café. Sin embargo si se ha demostrado que aumenta la concentración en adultos, pero en niños debido a que se desaconseja su ingesta no se ha trabajado ni se ha investigado. En varios estudios basados en la cafeína se intuye la mejora en el recibimiento de información sobre todo en tareas de forma pasiva, y a nivel físico encontramos una mejora significativa. (Nutrientes para mejorar El rendimiento académico, 2013)

### **1.1. Relevancia de la investigación**

El mercado de los suplementos está en tasa de crecimiento por lo que es un tema de creciente interés en el cual debe investigarse más. España es entre los países europeos el que tiene mayor uso de suplementos, utilizándolos la mayoría de la población para el bienestar físico. (Baladia et al.)

El ritmo de vida actual hace que se acabe comiendo sin pensar en el valor nutricional de los alimentos y en lo que estos pueden aportar, por lo que ha aumentado el consumo de alimentos procesados contribuyendo a la malnutrición, obesidad y sobrepeso. Así ha disminuido el consumo de alimentos frescos que eran la principal fuente de vitaminas y minerales. Además, la agricultura y ganadería intensiva hace que los micronutrientes disminuyan y la baja exposición solar disminuye la vitamina D haciendo que nuestro sistema inmune sea más débil. Por todo ello, nuestros alumnos pueden estar mal nutridos y es



necesaria la buena nutrición para el buen funcionamiento del sistema nervioso y con ello mejorar el rendimiento académico y físico. Por lo que un buen aliado podrían ser los suplementos. (Carolina, 2022)

Debido a la disminución del rendimiento académico en España es importante implementar medidas para lograr un aumento del mismo. En cuanto a la importancia de la nutrición en el rendimiento y el aumento de la toma de suplementos es interesante abordar la mejora del rendimiento tanto académico como físico desde el punto de vista nutricional añadiendo ciertos tipos de alimentos.

Se ha visto que ciertos suplementos como el zumo de remolacha mejoran el rendimiento. Pero éste solo se ha estudiado en el ámbito físico, habiendo pocos estudios sobre ello y gracias a las altas propiedades que esta hortaliza posee, creemos que puede ser relevante desde el punto de vista académico y puede significar una mejora para los alumnos, contribuyendo a un mejor rendimiento tanto académico como físico.

Dentro de los estudios sobre el zumo de remolacha nos encontramos que la mayoría de ellos están relacionados con deportes de carácter individual por ello decidimos centrarnos en un aspecto de la vida cotidiana como serían las clases de educación física para los alumnos de primero de bachillerato. Además las capacidades físicas que según otros estudios experimentales son mejoradas gracias a la suplementación con zumo de remolacha son la fuerza, la resistencia, la agilidad y la capacidad para la repetición de sprints lo cual a su vez son cualidades básicas que debe tener un alumno en edad de maduración física.

Es un aspecto novedoso ya que la mayoría de los suplementos se basan en los mismos ingredientes variándolos o cambiándolos, esto está respaldado por la FDA (administración de alimentos y medicamentos) que nos aporta una tabla en la cual encontramos todo aquello que es considerado según esta organización como suplemento y en ella se encuentran las vitaminas y minerales, los aminoácidos, las enzimas, las hierbas, los extractos de origen animal y por último los probióticos. Además, cada vez en la población es más frecuente el consumo de suplementos y es un aspecto que se ha normalizado en la dieta de las personas.

## **1.2. Justificación de la investigación**

La suplementación y la nutrición es un campo poco explorado en la educación. Los suplementos de los que disponemos hoy en día no se han visto que tengan un claro beneficio. Por lo que considero que no se le da la importancia que tienen en el desarrollo de las capacidades y de lo que puede aportar a nivel físico y académico para un estudiante. El estigma de la suplementación en menores está muy presente en la sociedad, sin embargo cuando somos adultos vemos los beneficios de dichos elementos que consiguen mejorar nuestra calidad de vida y curar nuestras dolencias.

El zumo de remolacha es un elemento completamente natural al cual no debemos tener animadversión ya que la FDA (administración de medicamentos y alimentos) no recoge al zumo de remolacha como sustancia que plantea cuestiones a nivel de seguridad. Por lo que de esta manera se podrán realizar experimentos sin temor alguno a daños físicos con esta sustancia.

Por último considero que la implementación de una buena nutrición o de suplementación será algo básico en el futuro, algo que no solo veremos en deportistas de alto rendimiento o estrellas de la televisión en busca de un físico perfecto si no algo de lo que todos podamos beneficiarnos e implantemos de forma positiva y normalizada en el ámbito de la vida cotidiana.

## **2. Marco teórico**

### **2.1. La remolacha y sus características**

La remolacha es una 'planta exótica, herbácea y bisanual del género beta, familia de las hortalizas. Esta hortaliza es muy rica en minerales y está compuesta por: hierro, calcio, sodio, fósforo, sodio, magnesio y vitaminas (B1, B2, B3, B6, C y E). Se cultiva en Castilla y León, Andalucía, País Vasco, La Rioja y Navarra por sus usos en la economía doméstica y sobre todo por su importancia en la industria azucarera. (García Paredes, 1942).

Se conocen cuatro variedades de remolacha: blanca, roja, amarilla y vetada, todas tienen el mismo sabor azucarado, pero para comer se prefiere la roja por su color amaranto que se le comunica a los líquidos en que se prepara. (García Paredes, 1942).

Gracias a esta planta hemos podido extraer el zumo de remolacha natural (BJ) que se ha utilizado como método de suplementación a lo largo de un corto periodo de tiempo, esto es gracias al nitrato que contiene en su interior que es utilizado como conservante y que aporta numerosos beneficios en la mejora del rendimiento del cuerpo humano (Jakubcik et al., 2021) De entre los alimentos naturales con más nitrato que encontramos en el mercado el zumo de remolacha destaca junto con la espinaca, la lechuga y la rúcula como se puede ver en la **Tabla 1.**

**Tabla 1.**  
*Contenido nitrato alimentos*

Contenido de nitrato (mg/100g de peso en crudo)	Alimento
Muy bajo <20	Espárragos, cebolla, ajo, pimentón, guisantes
Bajo 20-50	Brócoli, zanahoria, coliflor, pepino
Medio 50-100	Repollo blanco y morado nabos, coles
Alto 100-250	Ajoporro, perejil
Muy alto >250	Lechuga, remolacha, espinaca, rúcula

*Nota.* Modificado de Diaz, Dr. O. 2023, February 7.

De entre todos los alimentos que mencionamos anteriormente se elige la remolacha como centro de los estudios y elemento para elaborar la suplementación debido en su mayoría a la alta concentración de nitrato y a su sabor.

Entre los beneficios de la remolacha se encuentran una multitud de ellos, siendo el poder anticancerígeno uno de los más conocidos e interesantes ya que contiene betaina (lo que le da ese color) que es un flavonoide antioxidante que previene de diferentes tipos de cáncer:

testicular, próstata, mama, pulmón, estómago y colon. De hecho, el investigador Alexander Frerenege, lleva a cabo una investigación con este beneficio. Además este efecto antioxidante ayuda al hígado a la desintoxicación y a la depuración. (Díaz, 2023)

Otro de sus beneficios es el del control de la presión arterial ya que el óxido nítrico dilata los vasos bajando la tensión. Un grupo de científicos de la Universidad *Queen Mary* de Londres, demostró que beber un vaso de remolacha al día, disminuye la tensión arterial además de dilatar los vasos y reducir la rigidez de las arterias. (Díaz, 2023)

Otro de sus beneficios es la prevención del ataque de asma ya que la remolacha contiene vitamina C la cual mejora el sistema inmune disminuyendo los ataques. Una publicación expuesta en la revista *Respiratory Medicine* afirma este hecho. (Díaz, 2023)

Otro de sus efectos sería el efecto rejuvenecedor por su alto contenido en ácido fólico y vitamina B9 que mejora el estado de la piel, uñas y cabello. Además, mejora la digestión por su aporte en agua y fibra ya que evita el estreñimiento y mejora la flora al ser un probiótico. También posee un efecto antiinflamatorio por su alto contenido en betaina. Otro de sus beneficios es su bajo aporte calórico por lo que es ideal para bajar de peso. (Díaz, 2023)

En cuanto al beneficio que más nos interesa, el de mejorar el rendimiento, encontramos muchos estudios basados en el nitrato como elemento central de la mejora del rendimiento físico, de esta forma se ha trabajado en la demostración de que dicha sustancia supone una mejora sustancial en la resistencia y las capacidades físicas. Para ello, en diversos estudios se ha desarrollado un zumo de remolacha en el cual se extrajo el nitrato de su composición manteniendo el mismo color textura y sabor (placebo). Concluyendo que el zumo de remolacha que contenía nitrato y no el placebo si mejoraba las capacidades físicas de los sujetos. Por ello también los investigadores han decidido centrar los estudios en aislar los nitratos como compuesto beneficioso y no los antioxidantes polifenoles y otros compuestos metabólicos activos que el zumo contiene.

El nitrato dietético cobra importancia en el momento que entra al cuerpo y se transforma en óxido nítrico (ON). El ON es una molécula fundamental en las funciones musculares dentro del cuerpo, tales como la regulación del flujo sanguíneo o la producción mitocondrial ya que es la

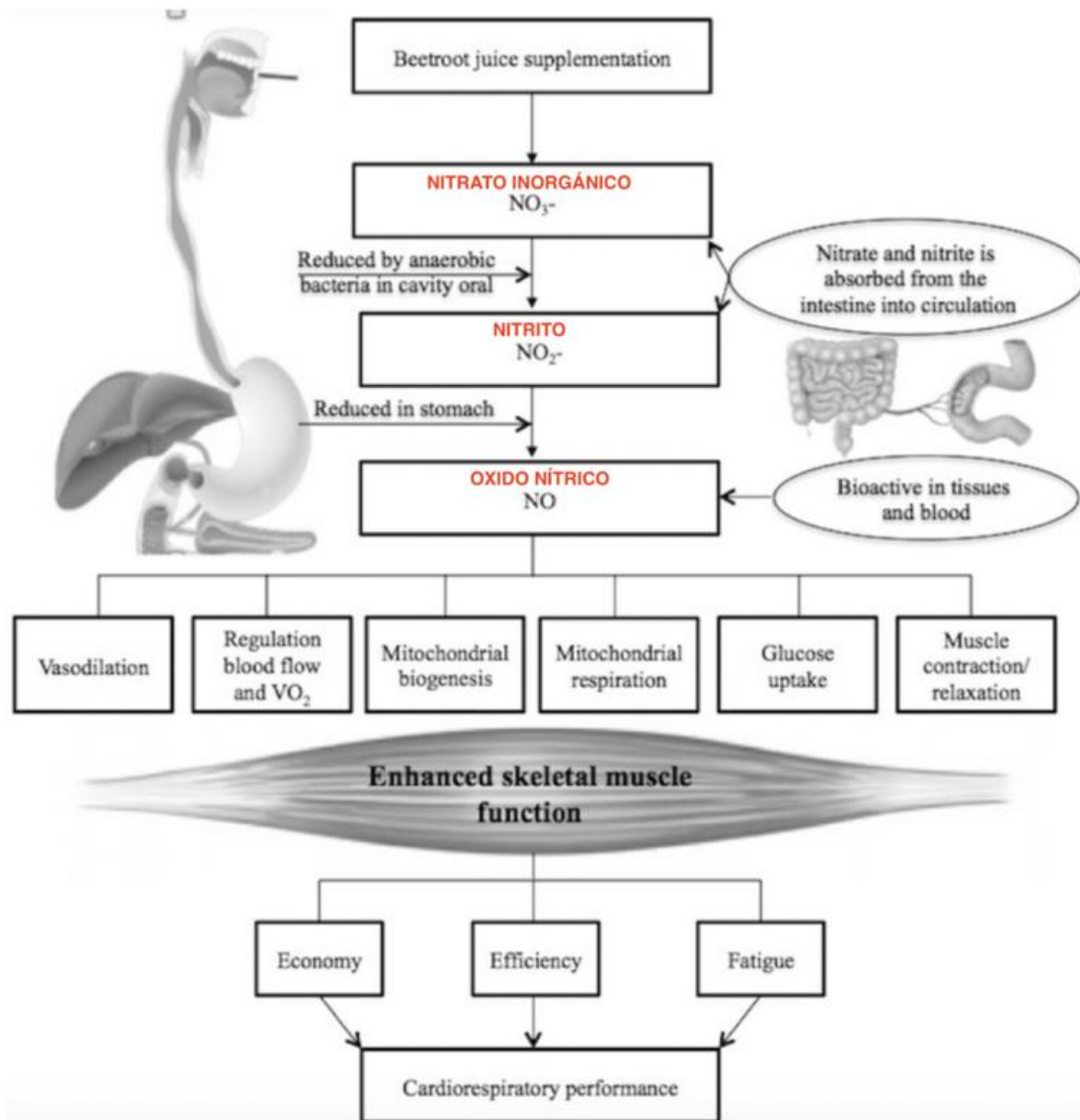
unidad de la célula encargada de producir energía. Por último el ON se encarga del equilibrio entre la glucosa y el calcio (homeostasis). **Figura 1.** (Ranchal-Sanchez et al., 2020)

El ON puede producirse mediante 2 vías:

- Endógenamente: el cuerpo es el que produce dicho elemento mediante la L-arginina que reacciona con el oxígeno. Sin embargo, este proceso es algo limitado además de no producirse en situaciones de ejercicio o de alto estrés.
- A través de fuentes dietéticas (tabla1): de esta forma el nitrato que se encuentra en los alimentos mediante las bacterias de la boca se transforma en nitrito del cual se obtendrá el NO que pasará a la sangre y aportará los beneficios anteriormente mencionados (Ranchal-Sanchez et al., 2020)

Figura 1.

Ciclo óxido nítrico



Nota. Modificado de Ranchal-Sanchez et al. 2020.

## 2.2. Otros suplementos

Se ha trabajado a lo largo del tiempo con diversos suplementos que podrían mejorar el rendimiento académico de formas diversas. Esto puede ser debido a problemas derivados de la salud o simplemente a problemas académicos que buscan ser solventados.

El tratamiento con hierro está basado en problemas de carácter médico que pueden afectar al rendimiento de los alumnos. Este tipo de tratamiento no solo puede solucionar el problema de salud, sino que también puede aumentar las capacidades intelectuales. Los problemas que provienen de la anemia y de la necesidad de hierro como suplementación son: el deterioro de la función cognitiva, deterioro del desarrollo y crecimiento motor, declive rendimiento académico, disminución de capacidad de respuesta y fatiga. Dichos elementos son fundamentales en el desarrollo del estudiante tanto físico como intelectual. (Benavides et al.)

La cafeína es otra de esas sustancias utilizadas a menudo por los estudiantes para la mejora del rendimiento académico. Cuando hablamos de cafeína podemos nombrar todos los medios de los cuales obtener dicho suplemento como serían: té, pastillas de cafeína, café o bebidas energizantes donde se encuentra la mayor concentración de cafeína. Los porcentajes según el estudio de Andreas G Franke et al de estudiantes que hacen uso de estos elementos serían los siguientes: 53,2% café, 39% bebidas energéticas y 10,5% comprimidos de cafeína. En cuanto a los estudiantes que hacen uso de estas sustancias se concluye que los únicos que mejoran su rendimiento académico son aquellos que previamente sufren de privación del sueño. La mejoría en el rendimiento de los sujetos sanos es ínfima comparada al grupo anteriormente mencionado. Algunos de los aspectos en los que influyen el uso de estas sustancias son: la vigilancia, la atención y la concentración entre otras. Según los sujetos en estos estudios además encuentran una mejoría en su capacidad de memorizar y automatizar ciertos conocimientos lo cual hace de elemento motivador frente al estudio. (Benavides et al.)

No podemos hablar de suplementos alimenticios sin comentar algunas sustancias que se identifican como complementos vitamínicos y que afirman mejorar capacidades que mejoran el rendimiento académico (memoria o la concentración entre otras). Estos suplementos basan sus composiciones en elementos como: fosfatidilcolina, fosfatidilserina, jalea real, lecitina de soja, taurina, vitaminas (A, E, C, B1, B2, B3, B5, B6, B8, B9 y B12) y minerales (calcio, fósforo, zinc y manganeso).

Un artículo interesante sobre la memoria y la suplementación con hierro en alumnos estudió a 121 estudiantes que tomaron 5mg/kg de hierro al día para ver si posteriormente este habría influido en su capacidad de memoria. En el estudio concluyeron que no existía relación alguna entre dicha suplementación y la memoria ya que no se produjo un incremento en dicha capacidad de manera considerable. A pesar de esto podemos afirmar que se encuentran alumnos con un nivel de atención y concentración mayor, gracias la valoración subjetiva de adultos. (Benavides et al.)

### **2.3. Zumo de remolacha en el rendimiento físico**

A pesar de que hay pocos estudios en los que se ha trabajado con el zumo de remolacha sí que se ha trabajado en el ámbito del alto rendimiento sobre todo en deportes de carácter individual. Se evidenció la eficacia del zumo de remolacha tras un estudio en deportistas de kayak y remo muy entrenados, en este tipo de deportes se hace uso de la musculatura del tren superior en su mayoría. Comparándolo con el tren inferior encontramos que la extracción de NO<sub>2</sub> se complica y produce más rápidamente la acidosis. (Esen et al., 2019)

El uso del BJ en personas que realizan actividad física de forma recreativa es poco conocido. Sin embargo, varios estudios han trabajado con este pretexto. En un estudio se realizó la suplementación a 12 sujetos que realizaban actividad física con placebo y con BJ. Se comprobó que la ingesta de la suplementación mejoró la resistencia muscular a la hora de levantar pesas mejorando de esta manera el número de repeticiones que podían realizar hasta el agotamiento.

Las mejoras en la capacidad de repetición de esprints y esfuerzos son el principal beneficio demostrado del zumo de remolacha, esto es debido a que aumenta el flujo sanguíneo y afecta a las fibras musculares tipo II que están asociadas a la contracción rápida de las mismas lo cual provoca una menor capacidad de obtención de O<sub>2</sub>. Relacionando todos estos factores con los elementos que componen el zumo de remolacha podemos pensar que la suplementación con óxido nítrico podría ser beneficioso en actividades que requieran de una intensidad muy alta además de en situaciones de hipoxia. (Kent et al., 2019)

El rendimiento físico es más fácil de valorar siempre en deportes individuales. Por ello, podemos encontrar muchos más artículos sobre suplementación en deportes de carácter individual como hemos comentado anteriormente. El tenis es uno de los más interesantes



debido a que también tiene un componente mental que nos ayudará posteriormente a saber si el rendimiento no solo es físico sino académico está relacionado con la suplementación. A pesar de que en este estudio con tenistas no existen diferencias significativas en cuanto a sus habilidades físicas analizadas tras la ingesta de zumo de remolacha. (López-Samanes et al.,2021)

La elaboración del placebo es algo fundamental a la hora de realizar estudios experimentales y en el caso del zumo de remolacha aún más debido al particular sabor, color y aroma de dicho elemento.

Otro de los puntos importantes es la dosis que se entrega a los participantes y más aún cuando trabajamos con alumnos. Por ello, utilizamos una dosis segura de 120 mg normalmente se hacen uso de 140mg sin embargo estos estudios cuentan con deportistas de alto rendimiento con cuerpos más desarrollados y como mínimo 3 años mayores que los alumnos y alumnas de bachillerato.

Hay diversos factores que pueden afectar a un estudio experimental con suplementación, por ello se toman diversas medidas para que estas influyan lo menos posible. Todos los participantes recibieron una hoja de dieta previa a la prueba y tuvieron que seguirla varios días antes. Se añadirán alimentos que contengan un 60 % de carbohidratos, un 30 % de grasas y un 10 % de proteínas y que tengan un alto contenido de NO<sub>3</sub>, como remolacha, apio y espinacas, que no se pueden comer 48 horas antes de la prueba, la prohibición de lavarse los dientes o uso de colutorio fue algo sobre lo que se hizo mucho hincapié ya que de esta manera la obtención del NO<sub>3</sub> se vería comprometido por último se les prohibió la ingesta de diversas sustancias como estimulantes, alcohol u otros tipos de suplementación. (Domínguez, R. et al 2021)

#### **2.4. Efectos secundarios suplementación**

Al tratar con menores es importante conocer los efectos secundarios derivados de la suplementación. Algunos de los suplementos que se usan y sus efectos los nombraré.

En cuanto a la cafeína, los efectos secundarios más frecuentes son: taquicardia y palpitaciones nerviosismo, aumento de la producción de orina, problemas gastrointestinales, dolor de cabeza, insomnio y dolor muscular. La prevalencia de estos efectos secundarios es pequeña

con bajas dosis y aumenta a medida que aumentamos la dosis, lo que sugiere que existe una dependencia entre dosis y efectos secundarios. Además se ha visto que 24 horas después del consumo algunos efectos persisten tales como problemas gastrointestinales, aumento de la producción de orina y dolor de cabeza siendo estos al igual que antes dependientes de la cantidad ingerida. (Souza et al., 2022)

Las bebidas energéticas son utilizadas mayoritariamente por adolescentes y adultos jóvenes para mejorar sus capacidades físicas y cognitivas. Sus beneficios son difíciles de evaluar debido a la variedad de ingredientes que lo componen (agua, azúcar, cafeína, otros estimulantes, aminoácidos, etc.).

Las versiones más nuevas están diseñadas para entregar rápidamente el estimulante principal (generalmente cafeína), pero la versión normal contiene otros nutrientes (como taurina, glucuronolactona y vitaminas) que son inactivos, es decir, que no han demostrado ser ergogénicos. Debido a su alta concentración en carbohidratos y falta de sales no son una buena opción si necesita rehidratarse después de un ejercicio prolongado en un ambiente caluroso.

Los resultados de rendimiento a alta intensidad a corto plazo se pueden mejorar con bebidas energéticas, pero para lograr estas mejoras se deben consumir grandes cantidades para proporcionar la suficiente cafeína. Pero el consumo de altas dosis de cafeína puede tener efectos secundarios negativos que pueden contrarrestar los efectos ergogénicos.

Si bien diversos estudios e informes de organismos internacionales han demostrado que el consumo regular de bebidas energéticas puede tener efectos negativos para la salud, a día de hoy existe poca información sobre los posibles efectos adversos del consumo de bebidas energéticas sobre el rendimiento físico y la fatiga de los deportistas. (Mora-Rodríguez & Pallarés, 2014)

Otros efectos secundarios informados incluyen: síndrome de Brugada, accidente cerebrovascular isquémico, síndrome de QT largo e infarto agudo de miocardio. Además de problemas renales y mentales. Se ha observado que todos estos efectos desaparecen al suspenderse el consumo. El extracto de guaraná, que se encuentra en algunas bebidas, puede aumentar la presión arterial, el gasto cardíaco, aumentar el LDL, disminuir el potasio sérico,

causar insomnio, palpitaciones, dolores de cabeza, acidez estomacal, náuseas, vómitos y también está asociado con el síndrome metabólico.

Cote-Menéndez et al., analizaron las propiedades de estas bebidas y encontraron que la mayoría de sus efectos eran estimulantes y también diuréticos, debido a su contenido de metilxantina, que se ha informado que causa efectos secundarios cardiovasculares, psiquiátricos y neurológicos por lo que no está recomendado para deportistas. No existe evidencia científica sólida que respalde el uso de bebidas energéticas como tratamiento para afecciones que promuevan el rendimiento físico, la función cognitiva o el bienestar emocional.

En cambio, hay algunos informes de casos en los que el consumo de bebidas energéticas está asociado con efectos adversos que afectan a varios órganos y sistemas. (Sánchez et al.)

En cuanto a los efectos adversos del zumo de remolacha encontraríamos la tonalidad roja de orina o heces tras el consumo pero este efecto es algo normal e inofensivo ya que se debe a la eliminación de los productos de la remolacha (betalaínas, betacianinas, betainas y betaxantinas).

Otro efecto secundario estaría a nivel gástrico. Esto se debe a que el alto contenido de oxalato causará irritación del revestimiento del tracto digestivo en personas que ya sufren de úlceras, gastritis o problemas gastrointestinales relacionados con la digestión.

Otro efecto es la formación de cálculos de oxalato de calcio, que pueden perjudicar a las personas con problemas renales. Por lo tanto, la remolacha no causa efectos secundarios graves en personas sanas y es un suplemento seguro (Díaz, 2023).

### 3. Metodología

#### 3.1. Objetivos

**Objetivo general:** evaluar la información científica sobre la relación entre el rendimiento tanto académico como físico y la influencia de la suplementación con zumo de remolacha en alumnos de 1º bachillerato.

### Objetivos secundarios:

- Evaluar si la mejora del rendimiento físico está relacionada con la mejora del rendimiento académico.
- Describir los efectos secundarios asociados a la suplementación en adolescentes.
- Diseñar un estudio experimental para analizar la relación entre rendimiento académico y físico con suplementación alimentaria con Zumo de remolacha.

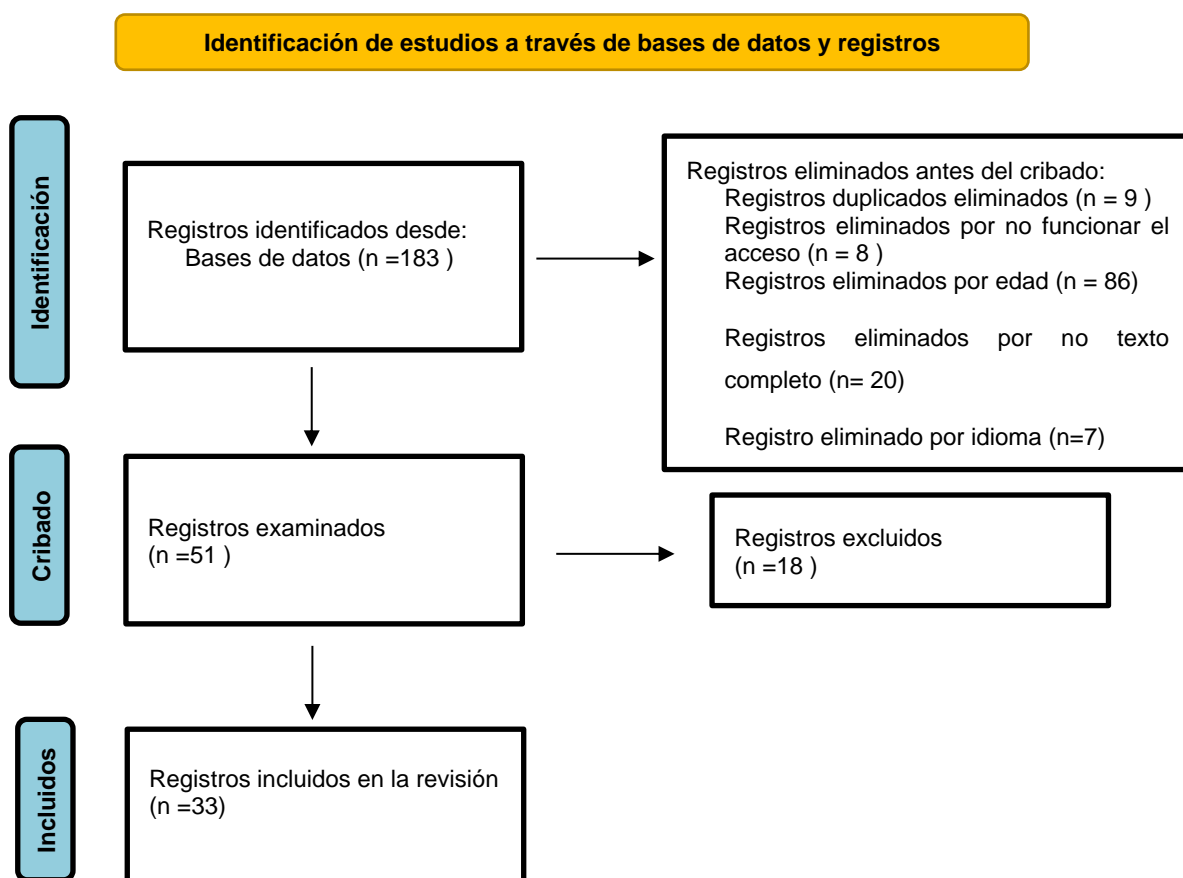
### 3.2. Diseño

Hemos realizado una revisión sistemática en el cual nos centraremos en artículos relacionados con el zumo de remolacha de manera genérica analizando sus beneficios. Posteriormente, buscaremos artículos relacionados con la suplementación y el rendimiento tanto académico como físico, las contraindicaciones de la suplementación y sus beneficios y por último se utilizará como método de búsqueda artículos en los cuales se trabaje con alumnos de bachillerato para acercarnos lo máximo posible al objetivo principal del estudio.

### 3.3. Estrategia de búsqueda

Para realizar la búsqueda bibliográfica hemos utilizado la biblioteca de la Universidad, biblioteca Crai Dulce Chacón, desde allí hemos accedido a base de datos dirigiéndonos a la plataforma medline, de ahí en búsqueda avanzada ya utilizamos booleanos para mayor precisión de la búsqueda. Se selecciono la opción de texto completo y un rango de año de publicación de 2013-2023.

Los booleanos usados fueron *beetroot juice and performance* de los cuales encontramos 183 publicaciones.



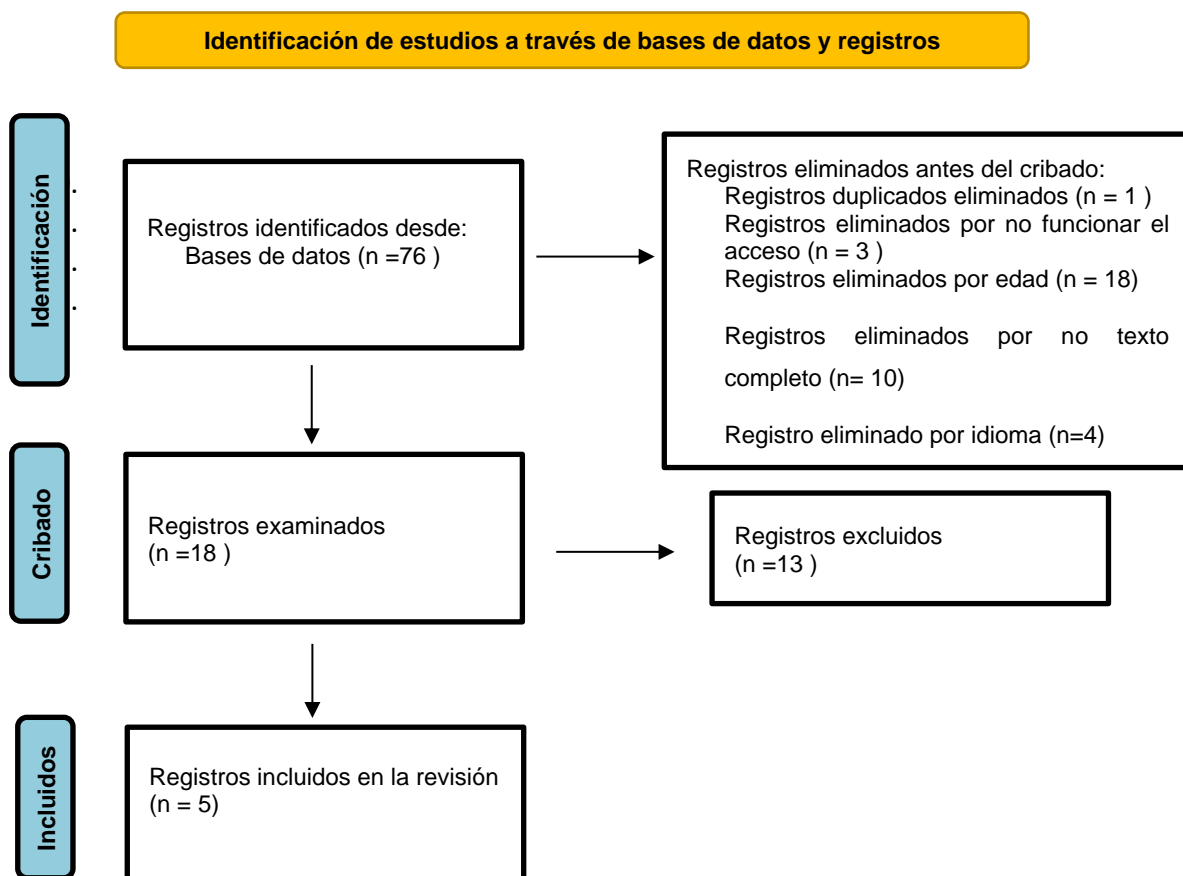
### 3.4. Criterios de inclusión y exclusión

En cuanto a los criterios de exclusión no se tuvo en cuenta todo artículo que no estuviese escrito en inglés o español. El año de publicación tiene que ser como máximo 10 años atrás.

Los criterios de inclusión fueron artículos relacionados con el zumo de remolacha, el rendimiento académico y físico y otros tipos de suplementación

Así se consiguieron un total de 55 artículos de los cuales 33 se han seleccionado para la realización del trabajo.

Para nuestro objetivo secundario de describir los efectos secundarios asociados a la suplementación en adolescentes seguimos el siguiente proceso:



Utilizamos la biblioteca de la Universidad, biblioteca Crai Dulce Chacón, desde allí accedimos a la base de datos dirigiéndonos a la plataforma medline, de ahí en búsqueda avanzada ya utilizamos booleanos para mayor precisión de la búsqueda. Los booleanos usados en la búsqueda han sido *“supplementation” AND “side effects of caffeine” OR “side effects of energy drinks”*. Los años de búsqueda han sido 2018-2023.

Nuestros criterios de exclusión fueron no estar en idioma inglés o español, edad 0-18 años y texto completo. De los 76 artículos encontrados tuvimos que excluir por criterios de exclusión: 59 artículos. De los 18 artículos que examinamos tuvimos que desechar 13 por no hablar de efectos secundarios. Por lo que nos quedamos con 5 publicaciones

## **4. Resultados y análisis crítico**

### **4.1. Evaluar la información científica sobre la relación entre el rendimiento tanto académico como físico y la influencia de la suplementación con zumo de remolacha en alumnos de 1ºbachillerato.**

En cuanto al objetivo principal del estudio encontramos que no hay artículos tan especializados sobre el tema seleccionado debido a las variables planteadas. Sin embargo, si hemos podido evaluar cada una de las variables que comentamos por separado extrayendo conclusiones significativas que nos podrían llevar a la elaboración de un estudio completo en el cual se puede trabajar sobre la suplementación en específico con zumo de remolacha y sus efectos en alumnos de primero de bachillerato.

### **4.2 Evaluar si la mejora del rendimiento físico está relacionada con la mejora del rendimiento académico.**

Con respecto a este objetivo no hemos encontrado información al respecto por lo que hemos decidido diseñar un estudio experimental donde se pueda analizar esta relación.

### **4.3 Describir los efectos secundarios asociados a la suplementación en adolescentes.**

De las publicaciones seleccionadas para este estudio, 3 son revisiones y 2 son estudios descriptivos realizados mediante encuestas. Por lo que los resultados que hemos obtenido. Los vamos a comentar en los siguientes párrafos.

En el estudio de Nessler et al 2020 que es un estudio transversal mediante cuestionarios reveló que los suplementos energéticos tuvieron los siguientes efectos secundarios: insomnio (23%), estimulación excesiva (20 %), temblores musculares (15 %), problemas gastrointestinales (13%) como náuseas, diarrea y dolor abdominal y por último adicción (5%) y aumento de la presión arterial (5 %).

En el estudio Soós et al 2021 es una revisión sistemática donde se recogieron los efectos secundarios de la cafeína según su dosis. Concluyeron que con dosis de 2000 mg/ día los síntomas son graves requiriendo hospitalización, siendo síntomas tóxicos y cardiovasculares. Con dosis de 1000 mg/día se produjeron síntomas de inquietud, hiperactividad, dolores de cabeza, náuseas, mareos, espasmos, extrasístoles y taquicardia. Con dosis de 200 mg también

produce nerviosismo, insomnio, problemas de digestión, calambres musculares y periodos de alerta irracional. Dosis de 10-13 mg: síntomas gastrointestinales, nerviosismo, confusión mental, incapacidad para concentrarse y problemas de sueño. Por último, con dosis medias (7-10mg) se produjeron escalofríos, sofocos, náuseas, cefalea, palpitaciones y temblores.

El estudio de Sholeye et al 2022 es un estudio descriptivo mediante cuestionario donde describieron los siguientes efectos secundarios: ansiedad (9%) , insomnio (11%), adicción (25%), alucinación (22%), vómitos (6%), dolor de cabeza (48%), indigestión (27%), deshidratación (45%), dolor muscular (11%) y palpitaciones (5%). Diferenciando a estas personas según la forma de ingerir cafeína nos encontramos con la siguiente distribución: 75,4% consumía café, el 90,3% té con cafeína, 95,4% bebidas sin alcohol y el 70,9% consumía bebidas energizantes.

El estudio de Erdmann et al 2021 es una revisión de bebidas energéticas. Menciona un metaanálisis donde los efectos adversos que más se produjeron fueron: insomnio 35,4 %, estrés 35,4 %, estado de ánimo depresivo 23,1%, nerviosismo/inquietud/temblor de manos 29,8 % y molestias gastrointestinales 21,6%. También se describieron arritmias siendo la FA lo más frecuente, prolongación del intervalo QT, disección aórtica, infarto de miocardio, vasoespasm coronario agudo y muerte súbita. En otros estudios se identificaron problemas de salud mental (ansiedad, pensamientos e intentos suicidas).

Otro estudio prospectivo de una duración de dos años finalizó sin encontrar evidencias de la relación entre el IMC, el síndrome metabólico, la presión arterial, la glucosa en ayunas, triglicéridos y HDL. Shearer et al. Demostró que las bebidas con cafeína podrían causar resistencia a la insulina aguda y transitoria.

Otro estudio mencionó el desarrollo de obesidad y erosión dental por el alto contenido de azúcar y pH <5,5 en las bebidas energizantes.

A continuación se asociaron con enfermedades alérgicas, como asma, rinitis alérgica y dermatitis atópica. Además de demostrar que pueden estimular la secreción de gastrina y ácido gástrico y pueden reducir la competencia del esfínter esofágico inferior dando lugar a la enfermedad por reflujo gastroesofágico (ERGE). Las bebidas energéticas inducen diuresis y una absorción lenta de líquidos, lo que puede ejercer una influencia negativa en particular durante el clima cálido y durante las competiciones deportivas de ultra resistencia como los



maratones. Además, la deshidratación se señaló como un mecanismo patogénico del asma inducida por el ejercicio.

En cuanto al último estudio Jagim et al 2023 que es otra revisión donde se recogen diversos estudios sobre los efectos secundarios de la cafeína. Shaw et al hizo un estudio con control con placebo para ver si la ingestión de cafeína provocaba un aumento de la presión arterial y vió que efectivamente aumentó tanto la periférica unos 10 mmHg como la central en la misma cantidad. Todo ello se midió tras la ingestión de diferentes bebidas energéticas pero todas ellas poseían 304–320 mg de cafeína, taurina, glucuronolactona y vitaminas junto con otros ingredientes patentados. Todo ello en adolescentes sanos. Francos y colegas hicieron un estudio similar evaluando la presión tras la ingesta de bebida energética, registraron presiones arteriales sistólica (123,2 frente a 117,4 mm Hg) y diastólica (73,6 frente a 68,2 mm Hg). Otro estudio, en este caso un metaanálisis concluyó aumentos en la presión arterial sistólica y diastólica en reposo. Hallazgos similares fueron reportados por Phan et al., quienes encontraron que el consumo condujo aumentos agudos en la presión arterial sistólica central y periférica en comparación con una bebida de control de inyección de energía sin cafeína. Kurtz et al. También confirmaron estos hallazgos.

Todos estos estudios concluyen en los mismos efectos secundarios. La diferencia que pueda haber entre ellos puede deberse a que no se tienen en cuenta las variables confusión, como las condiciones médicas subyacentes, los medicamentos, el volumen de cantidad ingerida y otros ingredientes coingeridos. Además, en el caso de las bebidas energéticas sus ingredientes están patentados por lo que no se puede inferir la causalidad directa. En el caso de los estudios realizados a través de encuestas estos resultados pueden no ser fiables ya que nos basamos en las respuestas de las personas.

#### **4.4 Diseñar un estudio experimental para analizar la relación entre rendimiento académico y físico con suplementación alimentaria con Zumo de remolacha.**

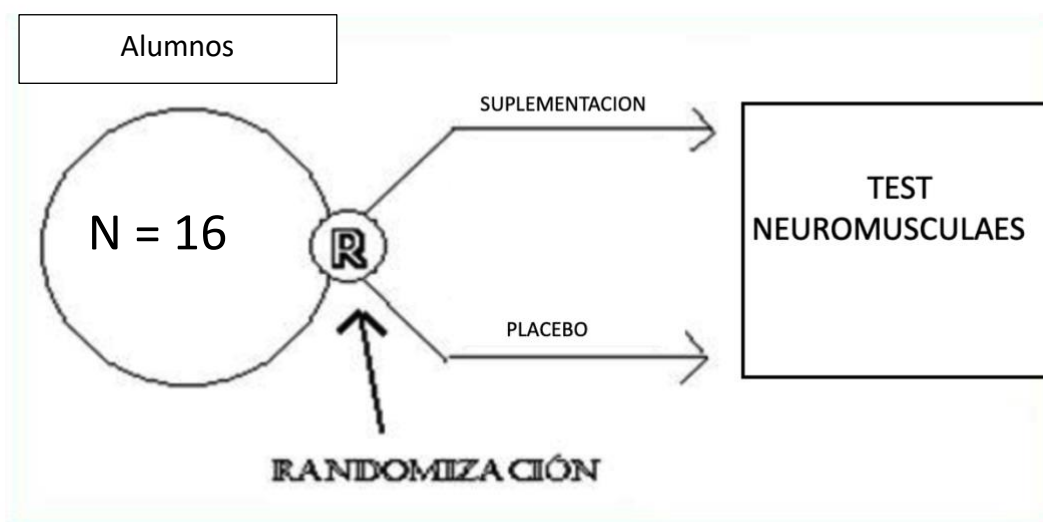
##### **Estudio del efecto del zumo de remolacha en el rendimiento físico**

Debido a la Falta de información entre los 3 elementos planteados (rendimiento físico, rendimiento académico y la suplementación con zumo de remolacha) hemos decidido plantear lo que consideramos un estudio capaz de relacionar estos conceptos.

La selección del grupo con el que vamos a trabajar será diverso en función de si analizamos el apartado de rendimiento físico o el de rendimiento académico, aunque siempre nos centraremos en primero de bachillerato ya que es el grupo seleccionado en este proyecto.

Siguiendo la literatura científica planteamos este estudio separando el apartado físico en el cual realizaremos un estudio doble ciego que es el más común para trabajar con suplementación. Para ello seleccionaremos aleatoriamente a 16 alumnos que serán los que lleven a cabo el estudio siguiendo la estructura de la **Figura 2**

**Figura 2**



*Nota.* Elaboración propia

En este estudio seleccionaremos a 16 alumnos de manera aleatoria y dividiremos estos 16 en dos grupos de nuevo de manera aleatoria para que uno de los dos grupos ingiera la suplementación y el otro el placebo antes de la realización de una serie de test neuromusculares que nos servirán para poder medir el rendimiento físico de los alumnos. (Serra-Payá et al., 2021)

Antes del comienzo de la prueba, en concreto 3 horas antes, les proporcionaremos un vaso opaco con un contenido líquido de 140 ml a cada grupo. En uno de los grupos se encuentra un zumo de remolacha con una concentración de 12,8mmol de NO y en otro se encontrará una bebida similar en sabor y color, sin embargo, esta contiene una concentración de 0,008 mmol de NO. A todos los participantes de esta prueba se les facilitará una serie de indicaciones entre las que se incluyen evitar cepillarse los dientes con enjuagues bucales antisépticos, no ingerir cafeína en ninguna de sus variantes ni cualquier sustancia que pueda interferir con el estudio además de incluir una serie de recomendaciones alimenticias evitando la remolacha, el apio y la espinaca y una buena rutina de sueño de al menos 9 horas. Además de estas recomendaciones se realizaría un reconocimiento médico para comprobar que no existen contraindicaciones para realizar este estudio además de tomar datos como peso y altura de los participantes. (Domínguez, R. et al 2021)

Además como medida obligatoria previa a realizar el estudio necesitaremos una autorización firmada por parte de los padres de los alumnos participantes en dicho estudio dando su consentimiento a formar parte del estudio propuesto.

A la hora de la medición de resultados de ambos estudios se seguirá la misma línea de trabajo en la cual los datos se presentan como media y desviación estándar. Se utilizará la prueba de Shapiro-Wilk para evaluar la distribución de datos ya que los participantes seleccionados no superaban los 50. Todas las variables se compararon mediante la prueba t de Student para variables relacionadas (Zumo de remolacha contra PLA). El nivel de significación se fijó en  $p \leq 0,05$ . Se utilizará la fórmula de Cohen para el tamaño del estudio, y los resultados se basan en los siguientes criterios: trivial (0–0.19), pequeño (0.20–0.49), mediano (0.50–0,79) y grande (0,80 y más). Todos los análisis estadísticos se realizarán con SPSS software, versión 22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EE. UU.).

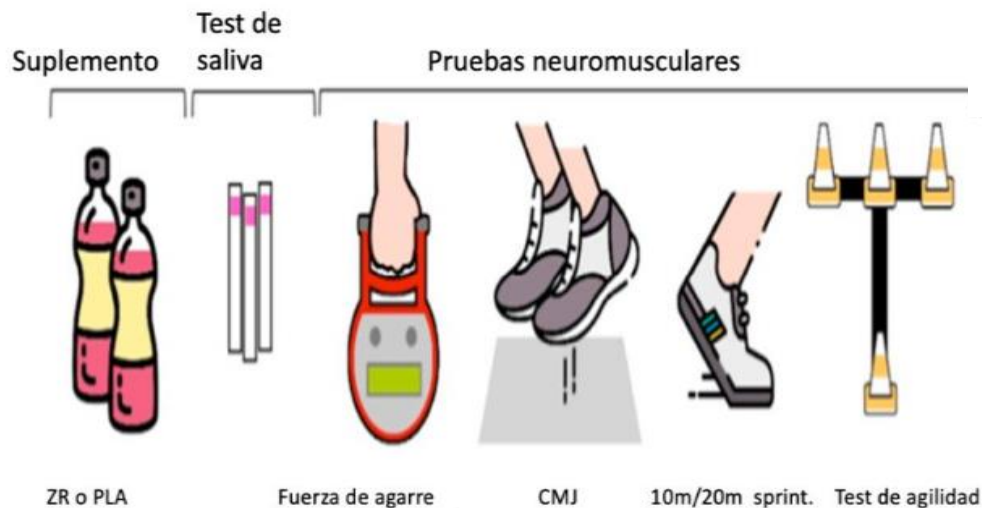
### **Pruebas físicas. Test neuromusculares**

Justo antes de realizar las pruebas se realizará una prueba de saliva con bandas reactivas que serviría para comprobar si se consumió el suplemento según las directrices del fabricante. Las pruebas realizadas serían las siguientes:

- Fuerza isométrica manual: se medirá haciendo uso de un dinamómetro en la mano dominante que medirá dos veces la fuerza aplicada con 30 segundos de descanso entre cada intento y será la única prueba centrada en el tren superior. (López Samanes et al 2021)
- Contracción voluntaria máxima (MVC): se medirá la fuerza voluntaria máxima aplicada por parte del tren inferior a lo largo de 3 segundos relacionándola con el peso de cada alumno y posteriormente convirtiéndola en newtons multiplicando los datos obtenidos por 9,8. (López Samanes et al 2021)
- Salto con contra movimiento: se medirá mediante tres saltos denominados CMJ que se harán con las manos en las caderas entre cada salto habrá un descanso de 45 segundos y esto se medirá con una plataforma de saltos chronojump que se basa en una plataforma rígida que tomará la altura máxima como medición para nuestro estudio. (López Samanes et al 2021)
- Repetición de Sprint: los alumnos realizan dos sprint de 20 metros con un descanso de 3 minutos entre cada uno y se medirán con tres plataformas fotosensibles de doble haz colocadas en los 0 metros, en los 10 metros y en los 20 metros de manera que podamos medir el tiempo a la perfección en las tres fases de la carrera. (López Samanes et al 2021)
- Prueba T de agilidad: se realizarán dos pruebas de agilidad básicas con dos minutos de descanso entre cada una que se basarán en varios desplazamientos izquierda-derecha y hacia delante hasta cruzar las dos puertas de sincronización que utilizamos en las pruebas anteriores poniéndose en marcha cuando cruce por la primera y parándose a la salida de las otras dos.

**Figura 3**

*Pruebas físicas*



*Nota.* Elaboración propia

**Estudio del efecto del zumo de remolacha en el rendimiento académico**

Valorar el rendimiento académico es complicado ya que nos encontramos variables difíciles de analizar sin embargo en este estudio realizaremos una prueba sencilla en un entorno controlado con situaciones muy igualitarias que hará a los alumnos encontrarse en situaciones tanto conocidas como confortables.

La complejidad de este estudio a la hora de seleccionar los participantes es notable ya que la mayoría de los estudios se realizan con una muestra mucho mayor sin embargo debido a las limitaciones que esto puede suponer al relacionar los resultados académicos con un suplemento planteamos un estudio con los mismos 16 alumnos que realizaron las pruebas físicas. De esta forma plantearemos una dieta la cual estará compuesta por 60% carbohidratos, un 30% grasas y un 10% proteínas y al igual que en el apartado físico prohibiremos la remolacha el apio y las espinacas por el alto contenido en NO<sub>3</sub> que puede interferir con el estudio además de recomendaciones sobre las horas de sueño o las prohibiciones del uso de colutorios o enjuagues antisépticos además de cualquier elemento

basado en cafeína u otros tipos de suplementación que puedan interferir en el estudio. (Clifford et al., 2021)

La temporalización de este estudio es la clave ya que es complicado para un alumno de 1º de bachillerato realizar unas pruebas externas a lo largo del curso por ello este estudio se va a basar en los resultados académicos de las propias evaluaciones realizadas por el centro en la semana de exámenes del segundo trimestre de esta manera no se genera ninguna diferencia entre las pruebas realizadas. (Jiménez y Pinzón, 1998).

Además de lo anteriormente mencionado y al igual que en el estudio anterior requeriremos de autorización por parte de los padres para formar parte de este proyecto además de tener el visto bueno por parte del centro que será el que nos facilite la información con la cual después evaluaremos y extraeremos conclusiones

El tipo de estudio seguirá siendo un doble ciego con los mismos alumnos sin embargo este será prolongado durante 15 días en los cuales los alumnos seguirán la dieta anteriormente mencionada y harán dos ingestas diarias del zumo de remolacha o el placebo respectivamente con dosis de 140 ml. Las ingestas se harán con una separación de al menos 4 horas de esta forma nos aseguraremos del impacto de la suplementación. (Alva, 2017)

Se evaluará el desempeño de los alumnos que han tomado placebo y los que han tomado el suplemento analizando los resultados en las diversas materias en las cuales hayan realizado un examen durante la semana de evaluación que podría seguir una estructura similar a la de la **Tabla 2**. (Alva, 2017)

**Tabla 2**

*Calendario exámenes 1º bachillerato*

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:30 – 11:00	Lengua castellana y literatura	Física y química Economía Griego I	Inglés	Francés Tico 1	Anatomía aplicada Cultura científica Religión
11:00-11:30	RECREO				
11:30-13:00	Biología y geología Dibujo técnico I Historia del mundo contemporáneo	Matemáticas I Matemáticas aplicadas a las CC.SS I Latín I	Filosofía	Educación física	

*Nota.* Elaboración propia

## 5. Discusión y conclusiones

### 5.1 Discusión de los resultados y revisión de los objetivos

Tal y como plantea en sus estudios López-Samanes podemos extraer conclusiones muy útiles en el apartado de experimentación con suplementos gracias a estudios de este tipo, sin embargo al ser pruebas tan específicas es muy complicado realizarlas en una muestra lo

suficientemente significativa como para extraer una conclusión que poder extrapolar a la mejora del rendimiento en este caso físico del resto de la población.

El análisis de si el rendimiento físico esta íntegramente relacionado con el rendimiento académico no ha sido concluyente y esto es debido a la falta de estudios e información relevante sobre el tema. Sin embargo, el planteamiento del estudio que hemos creado podría llegar a interrelacionar elementos que se utilizan en la mejora de la condición física con una mejora sustantiva en el rendimiento académico.

La contraindicación de algunos tipos de suplementación está en la mente de muchos sin embargo se usan a diario. En concreto que los adolescentes en edad escolar hacen uso abusivo de sustancias como las bebidas energéticas como podemos comprobar gracias a estudios como el de Mora-Rodríguez & Pallarés, en el cual nos explica todos los efectos secundarios que ocurren abusando de sustancias, como estas en las que encontramos elementos como la cafeína o la taurina en altas cantidades.

## **5.2 Conclusiones e implicaciones prácticas**

A lo largo de este estudio hemos podido comprobar que la suplementación es un gran olvidado dentro del mundo de la educación, sin embargo, se ha podido comprobar la gran aplicación que podría llegar a tener en aspectos como el apartado físico en el que hoy en día nos encontramos con numerosos problemas a nivel alimenticio y de práctica deportiva. Además de eso se está trabajando para comprobar la eficacia de diversos suplementos en el apartado académico lo cual podría llegar a tener una aplicación muy importante en un futuro.

Por otra parte se ha visto que la suplementación conlleva efectos secundarios por lo que debe usarse con moderación.

El zumo de remolacha es un tipo de suplementación basada en productos naturales que no tienen una contraindicación médica significativa lo cual hace muy factible su uso en alumnos o menores, esto a día de hoy genera mucha controversia ya que existe mucho prejuicio sobre el uso de este tipo de sustancias sin embargo se cree que podría tener una gran aplicación.

Los alumnos de bachillerato hacen referencia a menudo sobre el cansancio acumulado tanto físico como mental que les afecta a la hora de realizar su vida diaria. Esto, perjudica su rendimiento físico y su rendimiento académico como es lógico. Por ello como docentes



siempre deberíamos buscar el mejor desempeño por parte del alumnado y si un tipo de suplementación que no padece de efectos secundarios mejoraría la calidad de vida y el rendimiento en la escuela de los alumnos deberíamos estar dispuestos a aceptar esas medidas.

### **5.3 Limitaciones**

Hemos encontrado numerosas limitaciones a la hora de realizar este estudio. El principal fue la falta de información científica con respecto a la suplementación y el rendimiento académico en alumnos de secundaria y bachillerato. Por lo que esto nos ha hecho centrarnos en los elementos por separado.

Además de eso, el uso del zumo de remolacha como suplementación es relativamente nuevo lo que hace que tampoco haya una gran cantidad de estudios relacionados con el mismo, obviando los relacionados con el rendimiento físico.

Otras limitaciones que podemos encontrar a la hora de analizar el trabajo son diversas ya que el planteamiento del estudio puede llegar a ser complicado. Por ejemplo, nos encontramos con elementos como la elaboración de un placebo muy similar al zumo de remolacha que solo será posible de crear mediante una resina que elimina todo el NO dejando solo las propiedades visuales, de sabor y de textura.

Además de todas las limitaciones anteriormente mencionadas nos encontramos con las limitaciones habituales al trabajar con menores como son las autorizaciones paternas y autorizaciones de los centros para llevar a cabo todas estas pruebas.

A todo esto, hay que sumarle los elementos materiales que vamos a utilizar tales como el dinamómetro o las bandas fotovoltaicas que usaremos a lo largo de las pruebas neuromusculares.

Por último, en cuanto a las pruebas de valoración del resultado académico resulta complejo extraer conclusiones. Por ejemplo, hay muchos factores externos que pueden afectar al rendimiento a la hora de realizar los exámenes como lo son el cansancio o la propia preparación de los exámenes, de esta manera perdería valor todos los datos extraídos relacionándolos con el zumo de remolacha. A pesar de eso y basándonos en la literatura científica y en los pocos estudios que relacionan la suplementación con los resultados académicos podemos afirmar que es el único medio fiable de evaluación.

## 5.4 Prospectiva

A mi parecer, la suplementación es un aspecto muy desaprovechado dentro de la sociedad actual, igual que utilizamos medicamentos cuando enfermamos también deberíamos plantearnos que hacer para no enfermar y mejorar nuestra salud o nuestro rendimiento en la vida cotidiana.

La suplementación nos aporta ese punto extra que en muchas ocasiones puede marcar la diferencia ya seas un deportista de alto nivel o un alumno que necesita mayor motivación, energía o concentración a la hora de estudiar.

Se acabará con estereotipos relacionados con la suplementación tales como que todos dañan el organismo, que son adictivos o que su uso en menores debería estar prohibido y dará paso a la utilización de los suplementos como complementos alimenticios que mejoraran la calidad de vida de la sociedad.

La conciencia social de problemas como la obesidad infantil o la alimentación basada en “comida basura” va avanzando gracias dinámicas que los colegios van implementando dentro de su currículo. En relación con la alimentación también se realizan numerosos proyectos deportivos que suelen ser muy atractivos para los niños en edad escolar como carreras, torneos de diversos deportes y actividades lúdicas con la finalidad de concienciar al mayor número posible de personas de que la alimentación es un factor determinante en la vida y la salud de todos los seres humanos.

Por último, a nivel educacional creemos que en el avance de los colegios ha crecido exponencialmente y esto es debido mayormente a la tecnología ya que entre otras cosas han hecho que la enseñanza en las aulas avance y este tipo de cambios como la alimentación o la suplementación podría llegar a ser un cambio que unos años consideremos como imprescindibles.

## 6 Referencias

Alva, M. L. C. (2017). Autoestima, hábitos de estudio y rendimiento académico en estudiantes universitarios. *Propósitos y representaciones*, 5(1), 71-127.

Baladia, E., Moñino, M., Martínez-Rodríguez, R., Miserachs, M., Russolillo, G., Picazo, óscar, Fernández, T., & Morte, V. (n.d.). *Uso De Suplementos Nutricionales y productos a base de extractos de plantas en población española: UN Estudio Transversal*. Revista Española de Nutrición Humana y Dietética. [https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S2174-51452022000300007&script=sci\\_arttext](https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S2174-51452022000300007&script=sci_arttext)

Benavides, N. N., Carabalí, E. M., & Jiménez, D. H. (2003). Efectos de la suplementación con hierro en niveles de hemoglobina, atención y memoria. *Colombia Médica*, 34(2), 77-81.

Bravo, P., & Ibarra, J. (2014). Compromiso neurológico y hematológico por déficit de vitamina B12 en lactante hijo de madre vegetariana: Caso Clínico. *Revista chilena de pediatría*, 85(3), 337-343.

Carolina. (2022, October 14). *Beneficios de incorporar complementos alimenticios*. Carolina González. <https://conciencianutricional.es/dietas-y-nutricion/beneficios-de-incorporar-complementos-alimenticios/>

Casañas, M. M. (2003). Nutrición cerebral. *Acta Médica de Cuba*, 11(1).

Clifford,T.,Bell,O.,West, D.,Howatson,G.,& Stevenson,E. (2021). *The effects of beetroot juice supplementation on indices of muscle damage following eccentric exercise*. Retrieved 21 May 2021

Cuenca Sánchez, C. Uso de sustancias para mejorar el rendimiento académico en estudiantes universitarios.

de Souza, J. G., Del Coso, J., Fonseca, F. de S., Silva, B. V. C., de Souza, D. B., da Silva Gianoni, R. L., Filip-Stachnik, A., Serrão, J. C., & Claudino, J. G. (2022). Risk or benefit? Side effects of caffeine supplementation in sport: a systematic review. *European Journal of Nutrition*, 61(8), 3823–3834. <https://doi.org/10.1007/s00394-022-02874-3>

Díaz, Dr. O. (2023, February 7). *Remolacha: Propiedades, beneficios Y contraindicaciones*. SALA DE PRENSA. <https://www.saladeprensa.org/remolacha-propiedades-beneficios-contraindicaciones/>

Domínguez, R., Cuenca, E., Maté-Muñoz, J., García-Fernández, P., Serra-Paya, N., & Estevan, M. et al. (2021). *Effects of Beetroot juice Supplementation on Cardiorespiratory Endurance in Athletes. A Systematic Review*. Retrieved 21 May 2021

Edicion.comunidad.madrid. (n.d.-a). [https://edicion.comunidad.madrid/sites/default/files/aud/educacion/263192\\_datos\\_y\\_cifras\\_de\\_la\\_educacion\\_2022-2023\\_0.pdf](https://edicion.comunidad.madrid/sites/default/files/aud/educacion/263192_datos_y_cifras_de_la_educacion_2022-2023_0.pdf)

Erdmann, J., Wiciński, M., Wódkiewicz, E., Nowaczewska, M., Słupski, M., Otto, S. W., Kubiak, K., Huk-Wieliczuk, E., & Malinowski, B. (2021). Effects of Energy Drink Consumption on Physical Performance and Potential Danger of Inordinate Usage. *Nutrients*, 13(8). <https://doi.org/10.3390/nu13082506>

Esen, O., Nicholas, C., Morris, M., & Bailey, S. J. (2019). No Effect of Beetroot Juice Supplementation on 100-m and 200-m Swimming Performance in Moderately Trained Swimmers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(6), 706–710. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0654>

Espinoza Ancco, L. M. (2021). Gestión estratégica sanitaria de suplementación de hierro y valores de hemoglobina de niños en la Micro Red Santa Rosa, 2020.

García Paredes, A. (1942). La Remolacha. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 5 (18), 226-228. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/33902>

Ibarra Mora, J., Hernández Mosqueira, C. M., & Ventura-Vall-Llovera, C. (2019). Hábitos alimentarios y rendimiento académico en escolares adolescentes de Chile. *Revista española de nutrición humana y dietética*, 23(4), 292-301.

Jagim, A. R., Harty, P. S., Tinsley, G. M., Kerksick, C. M., Gonzalez, A. M., Kreider, R. B., Arent, S. M., Jager, R., Smith-Ryan, A. E., Stout, J. R., Campbell, B. I., VanDusseldorp, T., & Antonio, J.

(2023). International society of sports nutrition position stand: energy drinks and energy shots. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 20(1), 2171314. <https://doi.org/10.1080/15502783.2023.2171314>

Jakubcik, E. M., Rutherford-Markwick, K., Chabert, M., Wong, M., & Ali, A. (2021). Pharmacokinetics of Nitrate and Nitrite Following Beetroot Juice Drink Consumption. *Nutrients*, 13(2). <https://doi.org/10.3390/nu13020281>

Jiménez, L. J. P., & Pinzón, A. R. (1998). Los insumos escolares en la educación secundaria y su efecto sobre el rendimiento académico de los estudiantes: un estudio en Colombia. Washington, DC: The World Bank/Latin America and the Caribbean Region/Department of Human Development

Kent, G. L., Dawson, B., McNaughton, L. R., Cox, G. R., Burke, L. M., & Peeling, P. (2019). The effect of beetroot juice supplementation on repeat-sprint performance in hypoxia. *Journal of Sports Sciences*, 37(3), 339–346. <https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1504369>

López-Samanes, Á., Pérez-López, A., Moreno-Pérez, V., Nakamura, F., Acebes-Sánchez, J., & Quintana-Milla, I. et al. (2021). *Effects of Beetroot Juice Ingestion on Physical Performance in Highly Competitive Tennis Players*. Retrieved 21 May 2021

Mora-Rodríguez, R., & Pallarés, J. G. (2014). Performance outcomes and unwanted side effects associated with energy drinks. *Nutrition Reviews*, 72 Suppl 1, 108–120. <https://doi.org/10.1111/nure.12132>

Nessler, K., Drwiła, D., Kwaśniak, J., Kopeć, S., Nessler, M., Krztoń-Królewiecka, A., & Windak, A. (2020). Are students at Krakow universities turning to energy-boosting dietary supplements? *Annals of Agricultural and Environmental Medicine : AAEM*, 27(2), 295–300. <https://doi.org/10.26444/aaem/110712>

*Nutrientes para mejorar El rendimiento académico*. Consumer. (2013, June 17). <https://www.consumer.es/alimentacion/nutrientes-para-mejorar-el-rendimiento-academico.html>

Publications - pisa - OECD. (n.d.-c). <https://www.oecd.org/pisa/publications/pisa-2018-results.htm>

Ranchal-Sanchez, A., Diaz-Bernier, V. M., De La Florida-Villagran, C. A., Llorente- Cantarero, F. J., Campos-Perez, J., & Jurado-Castro, J. M. (2020). Acute Effects of Beetroot Juice Supplements on Resistance Training: A Randomized Double-Blind Crossover. *Nutrients*, 12(7). <https://doi.org/10.3390/nu12071912>

Sánchez, J. C., Romero, C. R., Arroyave, C. D., García, A. M., Giraldo, F. D., & Sánchez, L. V. (2015). Bebidas energizantes: efectos benéficos y perjudiciales para la salud. *Perspectivas en nutrición humana*, 17(1), 79-91.

Santander, O. A. E. (2011). El rendimiento académico, un fenómeno de múltiples relaciones y complejidades. *Revista Vanguardia Psicológica clínica teórica y práctica*, 2(2), 144-173.

Serra-Payá, N., Garnacho-Castaño, M. V., Sánchez-Nuño, S., Albesa-Albiol, L., Girabent- Farrés, M., Moizé Arcone, L., Fernández, A. P., García-Fresneda, A., Castizo-Olier, J., Viñals, X., Molina-Raya, L., & Gomis Bataller, M. (2021). The Relationship between Resistance Exercise Performance and Ventilatory Efficiency after Beetroot

Sholeye, O., Akinyemi, O., & Oyewole, B. (2022). Caffeinated beverage consumption among adolescents in Sagamu, Nigeria: implications for health promotion. *The Pan African Medical Journal*, 41, 202. <https://doi.org/10.11604/pamj.2022.41.202.31696>

Soós, R., Gyebrovszki, Á., Tóth, Á., Jeges, S., & Wilhelm, M. (2021). Effects of Caffeine and Caffeinated Beverages in Children, Adolescents and Young Adults: Short Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(23). <https://doi.org/10.3390/ijerph182312389>