Rev Esp Nutr Hum Diet. 2026; 30(4).
doi: 10.14306/renhyd.30.4.2865[ahead of print]
Freely available online - OPEN ACCESS



Revista Española de Nutrición Humana y Dietética

Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics

REVISIÓN –*post-print version*

This is the version accepted for publication. The article may undergo stylistic and formatting changes.

Efectos de la suplementación con jugo de remolacha sobre la recuperación muscular, la capacidad cardiorrespiratoria y la eficiencia en hipoxia en mujeres jóvenes sanas: revisión sistemática

Effects of beetroot juice supplementation on muscle recovery, cardiorespiratory capacity and hypoxia efficiency in healthy young women: a systematic review

Remolacha, recuperación y rendimiento en hipoxia

Pla Cugat, Miquel[1], Fernández-Galván, Luis Miguel[1-2-3]
[1]Escola Universitària de la Salut i de l'Esport (EUSES), Universitat Rovira i Virgili, Amposta, Espanya.
[2]Departamento de la Escuela Universitaria del Real Madrid, Facultad de Medicina, Salud y Deporte, Universidad Europea de Madrid, Madrid, España.
[3]Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Internacional de La Rioja, Logroño, Spain.
*miquelplacugat123@gmail.com

Recibido: 31/05/2026; Aceptado: 18/08/2026; Publicado: 09/11/2026

Editor asignado: Manuel Reig García-Galbis, Departamento de Química Analítica, Nutrición y Bromatología, Facultad de Ciencias, Universidad de Alicante, Alicante, España. Instituto de Investigación Sanitaria y Biomédica de Alicante (ISABIAL), Alicante, España.

CITA: Pla Cugat M, Fernández-Galván LM. Efectos de la suplementación con jugo de remolacha sobre la recuperación muscular, la capacidad cardiorrespiratoria y la eficiencia en hipoxia en mujeres jóvenes sanas: revisión sistemática. Rev Esp Nutr Hum Diet. 2026; 30(4), e2865 doi: 10.14306/renhyd.30.4.2865 [ahead of print].

Avance Online - RENHYD

RESUMEN

Introducción: La suplementación con jugo de remolacha (BJ) se ha propuesto como ayuda ergogénica para el rendimiento deportivo, pero la evidencia específica en mujeres es limitada. El objetivo fue evaluar sus efectos sobre la recuperación muscular, la capacidad cardiorrespiratoria y la eficiencia en hipoxia en mujeres jóvenes sanas.

Metodología: Se realizó una revisión sistemática conforme a PRISMA 2020, con protocolo registrado retrospectivamente en Open Science Framework (OSF: https://osf.io/5jsq6). Se efectuó una búsqueda restringida al campo del título en PubMed, Web of Science y Scopus desde el inicio de cada base de datos hasta el 30 de marzo de 2026. Se incluyeron siete ensayos clínicos aleatorizados con 90 mujeres jóvenes sanas. La calidad metodológica se evaluó mediante la herramienta del National Heart, Lung, and Blood Institute y el riesgo de sesgo mediante RoB 2.

Resultados: Cuatro estudios fueron de buena calidad y tres de calidad regular; las siete evaluaciones mediante RoB 2 presentaron "algunas preocupaciones" de sesgo. Un estudio mostró mejoras en la resistencia muscular isométrica y reducciones del dolor muscular percibido y de la hinchazón del muslo. Los cuatro estudios sobre capacidad cardiorrespiratoria no mostraron efectos consistentes. Los dos estudios de hipoxia presentaron resultados heterogéneos: la duración de la apnea estática no mejoró significativamente, mientras que la distancia y el tiempo en apnea dinámica aumentaron únicamente durante el periodo de menor fatiga.

Conclusiones: La evidencia sobre la suplementación con BJ en mujeres jóvenes sanas es limitada y heterogénea. Se observan posibles beneficios en algunos indicadores de recuperación muscular y resultados variables en hipoxia, sin efectos cardiorrespiratorios consistentes. Se requieren ensayos con muestras mayores, protocolos estandarizados y un control riguroso del estado hormonal para confirmar estos hallazgos y establecer la dosis óptima.

Palabras clave: Beta vulgaris; nitratos en la dieta; suplementos dietéticos; rendimiento atlético; mujeres.

Financiación: Los autores declaran que no se recibió financiación para realizar este estudio.

Avance Online - RENHYD

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

ABSTRACT

Introduction: Beetroot juice (BJ) supplementation has been proposed as an ergogenic aid for sports performance, but evidence specific to women remains limited. The aim was to evaluate its effects on muscle recovery, cardiorespiratory capacity, and hypoxia efficiency in healthy young women.

Methods: A systematic review was conducted in accordance with PRISMA 2020, with the protocol retrospectively registered in the Open Science Framework (OSF: https://osf.io/5jsq6). A search restricted to the title field was performed in PubMed, Web of Science, and Scopus from database inception to 30 March 2026. Seven randomized controlled trials comprising 90 healthy young women were included. Methodological quality was assessed using the National Heart, Lung, and Blood Institute tool and risk of bias using RoB 2.

Results: Four studies were rated as good quality and three as fair quality; all seven RoB 2 assessments were rated as having "some concerns" of bias. One study showed improvements in isometric muscle endurance and reductions in perceived muscle soreness and thigh swelling. The four studies on cardiorespiratory capacity showed no consistent effects. The two hypoxia studies yielded heterogeneous results: static apnea duration did not improve significantly, whereas dynamic apnea distance and time increased only during the period of lower fatigue.

Conclusions: Evidence on BJ supplementation in healthy young women is limited and heterogeneous. Possible benefits were observed for some markers of muscle recovery, with variable findings in hypoxia and no consistent cardiorespiratory effects. Trials with larger samples, standardized protocols, and rigorous control of hormonal status are needed to confirm these findings and determine the optimal dose.

Keywords: Beta vulgaris; dietary nitrates; dietary supplements; athletic performance; women.

Funding: The authors declare that no funding was received for this study.

REGISTRO/PUBLICACIÓN DEL PROTOCOLO: Open Science Framework (OSF: https://osf.io/5jsq6).

Avance Online - RENHyD

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

MENSAJES CLAVES

- La evidencia se organizó por dominio y nivel de entrenamiento para evitar combinar desenlaces fisiológica y metodológicamente diferentes.
- No se identificó un patrón consistente de respuesta según el nivel de entrenamiento, aunque el escaso número de estudios limita esta comparación.
- Las diferencias en dosis, régimen de suplementación y métodos de evaluación dificultan la comparación directa entre ensayos.
- El control hormonal fue incompleto y rara vez incluyó verificación objetiva, lo que limita la interpretación de la evidencia específica en mujeres.

Avance Online - RENHyD

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

INTRODUCCIÓN

El rendimiento deportivo es un fenómeno multifactorial condicionado por la interacción entre entrenamiento, recuperación, nutrición y factores psicológicos[1]. Entre los componentes fisiológicos relevantes se encuentran la recuperación muscular y la capacidad del organismo para transportar y utilizar el oxígeno[2,3]. La recuperación muscular resulta esencial para restaurar la función del tejido tras ejercicios que provocan daño muscular, dolor o inflamación, especialmente cuando deben repetirse esfuerzos en periodos breves[3–6]. Por su parte, la capacidad cardiorrespiratoria condiciona el rendimiento durante actividades prolongadas[2,7], mientras que, en las modalidades que incluyen apneas, la tolerancia a una menor disponibilidad de oxígeno adquiere especial relevancia[8–10]. En este contexto, la suplementación nutricional se ha propuesto como una estrategia para modular las respuestas fisiológicas al ejercicio[1,7,11,12].

Entre las ayudas ergogénicas, la suplementación con nitrato (NO_3^-) ha despertado un interés creciente por sus posibles efectos sobre el rendimiento[11,13,14]. Aunque el NO_3^- puede administrarse mediante sales inorgánicas o diferentes vegetales, el jugo de remolacha (BJ) constituye una de las fuentes más utilizadas e investigadas debido a su elevado contenido en nitrato y a la biodisponibilidad de este compuesto[13–15]. Además, contiene betalaínas y polifenoles con propiedades antioxidantes y antiinflamatorias que podrían contribuir a la recuperación muscular[3,4,16].

Tras su ingesta, el NO_3^- entra en la circulación enterosalival y es reducido por las bacterias de la cavidad oral a nitrito (NO_2^-), que puede convertirse posteriormente en óxido nítrico (NO), especialmente en condiciones de baja disponibilidad de oxígeno[2,13,17]. El NO interviene en la vasodilatación, la regulación del flujo sanguíneo y la función mitocondrial[7,18]. Esta vía constituye un marco fisiológico común para los tres dominios examinados: podría favorecer la perfusión muscular y modular la inflamación y el estrés oxidativo durante la recuperación; reducir el coste de oxígeno y mejorar la economía del ejercicio; y contribuir a la utilización o conservación del oxígeno en condiciones de hipoxia. No obstante, se trata de desenlaces fisiológica y metodológicamente diferenciados, que deben analizarse por separado.

Avance Online - RENHYD

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Las variables analizadas en cada dominio aportan información complementaria sobre los efectos potenciales del BJ. En recuperación muscular, la resistencia muscular, el dolor percibido y la hinchazón permiten valorar componentes funcionales, perceptivos y morfológicos del daño muscular inducido por el ejercicio[3,5,16]. Para objetivar este daño, la pérdida de fuerza máxima mediante dinamometría es uno de los marcadores indirectos más válidos y reproducibles[19], mientras que la algometría estandarizada mide reproduciblemente el umbral de dolor a la presión[20]. En capacidad cardiorrespiratoria, el consumo de oxígeno (VO_2), la ventilación, la frecuencia cardíaca (FC), la percepción del esfuerzo y el rendimiento caracterizan respuestas complementarias; la prueba de esfuerzo cardiopulmonar con análisis de gases es el método de referencia para cuantificar VO_2 y variables ventilatorias[21]. En hipoxia, la duración y distancia en apnea cuantifican el rendimiento específico y la saturación refleja la oxigenación; la cooximetría arterial proporciona una medición directa y sirve de referencia para validar la pulsioximetría[22].

La investigación sobre BJ se ha centrado principalmente en el rendimiento aeróbico y la economía del ejercicio y, más recientemente, en la fuerza, la potencia y los esprints repetidos[2,13,15,23]. En poblaciones masculinas o mixtas se han observado efectos favorables en algunos protocolos, aunque los resultados no son consistentes[7,12,13,15]. Además, la mayor parte de la evidencia procede de estudios realizados en hombres, lo que limita su extrapolación a las mujeres debido a diferencias fisiológicas y metabólicas[14,23]. El ciclo menstrual y el uso de anticonceptivos hormonales podrían modificar la disponibilidad basal de NO, la perfusión muscular, el metabolismo oxidativo, la percepción del esfuerzo y la respuesta al ejercicio o a la hipoxia[14,23,24]. Por ello, el control y la descripción del estado hormonal son aspectos metodológicos relevantes para interpretar los efectos de la suplementación con NO_3^- en mujeres.

Aunque existen revisiones sobre el BJ, los nitratos y el rendimiento deportivo[23], la evidencia específica en mujeres jóvenes sanas sobre recuperación muscular, capacidad cardiorrespiratoria y eficiencia en hipoxia permanece dispersa y no ha sido sintetizada de forma conjunta. El objetivo de esta revisión fue sintetizar y evaluar los efectos de la suplementación con BJ sobre estos tres dominios diferenciados. Los resultados se presentan

Avance Online - RENHYD

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

e interpretan por separado para cada dominio, con el fin de establecer el estado actual de la evidencia e identificar las principales limitaciones metodológicas y necesidades de investigación en mujeres jóvenes sanas.

METODOLOGÍA

Diseño

La revisión sistemática se informó conforme a la declaración PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses)[25].

Registro del protocolo

El protocolo se registró retrospectivamente en Open Science Framework (OSF) el 26 de mayo de 2026 (https://osf.io/5jsq6). Antes de la selección se definieron la pregunta de investigación, los criterios PICOS y la estrategia de búsqueda. El registro incluyó las bases de datos, el cribado por dos revisores, las variables de extracción y la evaluación de la calidad metodológica. No hubo diferencias entre los métodos registrados y aplicados.

Criterios de elegibilidad

La pregunta principal fue: ¿cuáles son los efectos de la suplementación con BJ sobre la recuperación muscular, la capacidad cardiorrespiratoria y la eficiencia en hipoxia en mujeres jóvenes sanas? Se incluyeron ensayos clínicos aleatorizados (ECA) (S) realizados en mujeres jóvenes sanas de 18 a 40 años (P), que evaluaran protocolos agudos, crónicos o combinados de suplementación con BJ (I), con placebo, control o comparador experimental (C). Los desenlaces (O), analizados por separado, fueron la recuperación muscular, la capacidad cardiorrespiratoria y la economía del ejercicio, y la eficiencia en hipoxia, evaluada mediante rendimiento en apnea y variables de oxigenación.

Se excluyeron poblaciones no elegibles, diseños no aleatorizados u observacionales, revisiones, metaanálisis y trabajos que no evaluaran ninguno de los desenlaces de interés.

Método de búsqueda bibliográfica

Se buscaron estudios en PubMed, Web of Science y Scopus desde el inicio de cada base de datos hasta el 30 de marzo de 2026. No se aplicaron filtros por idioma; las ecuaciones se formularon en inglés y se adaptaron a cada base de datos (Tabla 1).

Avance Online - RENHyD

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

La búsqueda se restringió al título para priorizar estudios centrados en BJ o nitratos en mujeres jóvenes sanas, aumentando la especificidad a costa de una menor sensibilidad.

Tabla 1. Estrategia y ecuaciones de búsqueda empleadas.

Base de datos	Ecuación de búsqueda	Registros identificados
PubMed	(("beetroot supplementation"[Title] OR "beetroot juice"[Title] OR "nitrate supplementation"[Title]) AND (female[Title] OR females[Title] OR woman[Title] OR women[Title]) AND (performance[Title] OR exercise[Title] OR athlete*[Title] OR player*[Title]))	24
Web of Science	TI= ("beetroot supplementation" OR "beetroot juice" OR "nitrate supplementation") AND (female OR females OR woman OR women) AND (performance OR exercise OR athlete* OR player*)	35
Scopus	TITLE("beetroot supplementation" OR "beetroot juice" OR "nitrate supplementation") AND TITLE (female OR females OR woman OR women) AND TITLE(performance OR exercise OR athlete* OR player*)	28

Selección de estudios

Los registros se exportaron a Mendeley para eliminar duplicados. M.P.-C. y L.M.F.-G. cribaron independientemente títulos y resúmenes mediante Rayyan[26] y evaluaron a texto completo los informes potencialmente elegibles. Las discrepancias se resolvieron por consenso. Los estudios excluidos a texto completo y sus motivos se presentan en la **Tabla Suplementaria 1**.

Extracción y manejo de la información

M.P.-C. y L.M.F.-G. extrajeron independientemente las características de la muestra, intervención, protocolo y resultados mediante un formulario específico; las discrepancias se resolvieron por consenso.

La recuperación muscular se evaluó mediante variables funcionales y perceptivas relacionadas con el daño muscular inducido por el ejercicio; la capacidad cardiorrespiratoria, mediante consumo de oxígeno (VO_2), FC, eficiencia ventilatoria, percepción del esfuerzo y rendimiento aeróbico; y la eficiencia en hipoxia, mediante duración o distancia en apnea y saturación de oxígeno (SaO_2).

Avance Online - RENHyD

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

El nivel de entrenamiento se clasificó retrospectivamente a partir de la descripción de las participantes proporcionada por cada estudio, considerando la práctica habitual de ejercicio, la experiencia de entrenamiento y el nivel competitivo cuando esta información estaba disponible. Para la síntesis descriptiva, las participantes sedentarias, no entrenadas o recreativamente activas se agruparon como "no entrenadas o recreativamente activas", mientras que aquellas descritas como entrenadas o como deportistas con práctica estructurada de una disciplina, desde el nivel amateur hasta la élite, se agruparon como "entrenadas o atletas". Esta agrupación se realizó en consonancia con los marcos de clasificación del nivel de entrenamiento y rendimiento en ciencias del deporte[27,28].

Evaluación de la calidad metodológica y riesgo de sesgo

La calidad metodológica se evaluó con la herramienta *Quality Assessment of Controlled Intervention Studies* del National Heart, Lung, and Blood Institute (NHLBI)[29], aplicable a diseños paralelos y cruzados. Sus 14 ítems se calificaron como "sí", "no", "no se puede determinar", "no aplicable" o "no informado", y la calidad global se clasificó como mala, regular o buena mediante una valoración cualitativa del conjunto de los ítems.

El riesgo de sesgo se evaluó mediante la *Revised Cochrane Risk-of-Bias Tool for Randomized Trials* (RoB 2)[30]. En los seis ensayos cruzados se aplicó su extensión específica, que incorpora el dominio de efectos de periodo y arrastre a los cinco dominios habituales (Figura 2); este dominio no fue aplicable al ensayo paralelo. Cada dominio y el juicio global del resultado evaluado se clasificaron como "bajo riesgo", "algunas preocupaciones" o "alto riesgo". Ambas evaluaciones fueron realizadas independientemente por M.P.-C. y L.M.F.-G.; las discrepancias se resolvieron por consenso.

Métodos de síntesis

Los estudios se agruparon por dominio y nivel de entrenamiento y se realizó una síntesis cualitativa mediante tablas comparativas. La heterogeneidad clínica y metodológica de las dosis, protocolos, desenlaces y nivel de entrenamiento impidió realizar un metaanálisis.

Avance Online - RENHyD

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

RESULTADOS

Búsqueda de la literatura y selección de estudios

La búsqueda en PubMed, Web of Science y Scopus identificó 87 registros. Tras eliminar 49 duplicados, se cribaron 38 registros por título y resumen, de los cuales 23 fueron excluidos por no cumplir los criterios de inclusión. Los 15 informes restantes se evaluaron a texto completo y se excluyeron 8: uno por población no elegible, cinco por analizar desenlaces ajenos a los objetivos de la revisión y dos por tratarse de revisiones sistemáticas. Finalmente, se incluyeron 7 estudios. El proceso de selección se muestra en la Figura 1.

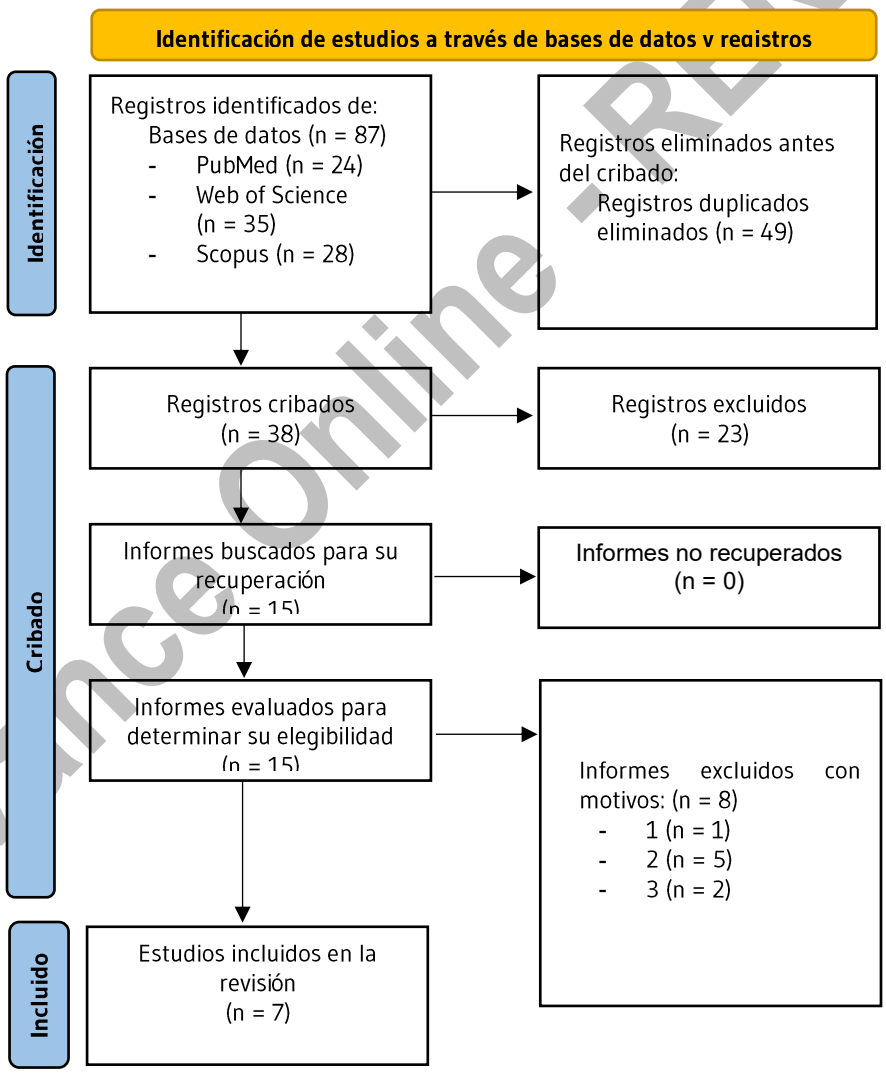


Figura 1. Motivos de exclusión tras la evaluación a texto completo: 1 = población no elegible; 2 = desenlaces no relacionados con los objetivos de la revisión; 3 = revisión sistemática.

Avance Online - RENHyD

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Calidad metodológica de los estudios y riesgo de sesgo

La evaluación mediante NHLBI[29] se presenta en la **Tabla Suplementaria 2**: cuatro estudios fueron de buena calidad[16,17,31,32] y tres de calidad regular[33–35]. Las siete evaluaciones mediante RoB 2[30] presentaron "algunas preocupaciones" de sesgo, concentradas en el proceso de aleatorización y la selección del resultado informado (6/7 en cada dominio), principalmente por información metodológica insuficiente (Figura 2). Los datos de resultado faltantes y la medición del resultado fueron de bajo riesgo en todas las evaluaciones, al igual que los efectos de periodo y arrastre en 5 de los 6 ensayos cruzados; este dominio no fue aplicable al ensayo paralelo.

Características de los estudios y protocolos de suplementación

Los siete estudios incluidos fueron ECA con 90 mujeres jóvenes sanas: tres se realizaron en mujeres no entrenadas o recreativamente activas[17,31,33] y cuatro en entrenadas o atletas[16,32,34,35]. Cuatro evaluaron la capacidad cardiorrespiratoria[14,32,33,35], dos la eficiencia en hipoxia[31,34] y uno la recuperación muscular[16]. Las dosis, los regímenes de suplementación, los comparadores y los diseños fueron heterogéneos y se detallan en la Tabla 2. El control hormonal también fue variable y se resume en la Tabla 3.

Recuperación muscular

El único estudio de este dominio se realizó en mujeres entrenadas (n = 12)[16]. El BJ aumentó la resistencia muscular isométrica (RMI; p = 0,006) y redujo la percepción subjetiva del dolor muscular (PDM; p < 0,05) y la hinchazón del muslo (Sw-T; p < 0,0001) a las 48 h, sin cambios en la altura del salto vertical (VJH), la prueba de flexibilidad sentado en V (VSFT) ni el umbral de dolor a la presión (PPT) (p > 0,05). Al no existir estudios en mujeres no entrenadas o recreativamente activas, no fue posible comparar los resultados según el nivel de entrenamiento ni contrastar dosis o metodologías dentro de este dominio.

Avance Online - RENHYD

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Figura 2. Evaluación del riesgo de sesgo de los estudios incluidos mediante la herramienta RoB 2.

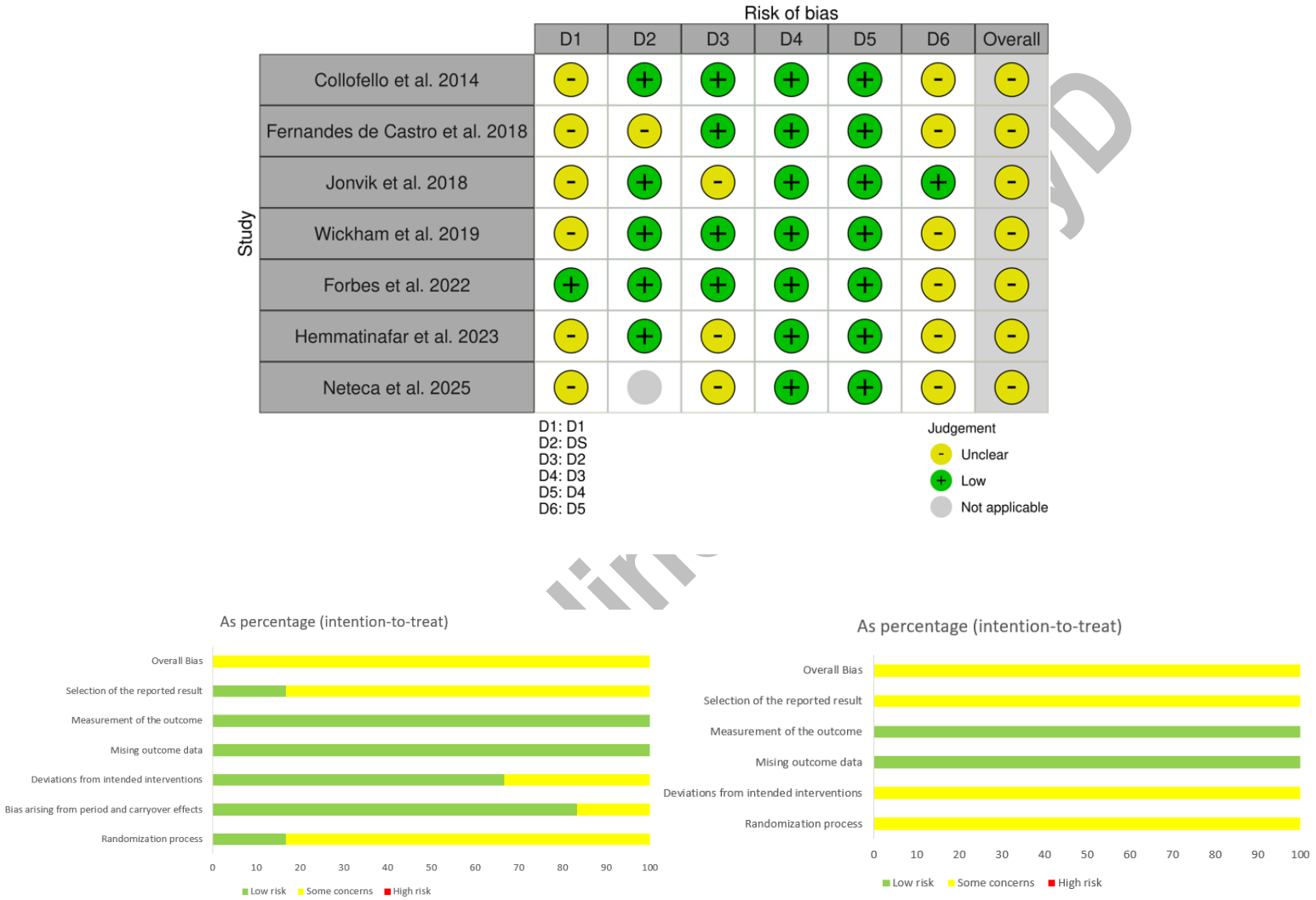


Figura 2. (A) Valoración por dominios del resultado seleccionado en cada estudio. (B) Distribución porcentual del riesgo de sesgo por dominio según el diseño: ensayos cruzados (n = 6), que incluyen el dominio de efectos de periodo y arrastre, y ensayo paralelo (n = 1), en el que dicho dominio no es aplicable. D1: proceso de aleatorización; D2: efectos de periodo y arrastre (solo ensayos cruzados); D3: desviaciones respecto de las intervenciones previstas; D4: datos de resultado faltantes; D5: medición del resultado; D6: selección del resultado informado. Bajo riesgo: verde; algunas preocupaciones: amarillo; alto riesgo: rojo; no aplicable: gris.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Capacidad cardiorrespiratoria

En mujeres no entrenadas o recreativamente activas, Fernandes de Castro et al.[33] no observaron mejoras en el tiempo de rendimiento (TR) ni FC máxima y registraron una menor percepción subjetiva del esfuerzo (RPE) máxima superior con BJ ($p = 0,039$); Wickham et al.[17] (≈26 mmol/día durante 8 días) no hallaron cambios significativos en VO_2, FC ni rendimiento, y la reducción de RPE en la contrarreloj no fue significativa ($p = 0,07$). En mujeres entrenadas, Forbes et al.[32] observaron una (RPE) ($p = 0,023$), sin cambios en VO_2 ni FC, mientras que Neteca et al.[35] presentaron el mayor número de cambios significativos: disminuciones de la ventilación por minuto (VE; $p = 0,006$), y de los equivalentes ventilatorios VE/VO_2 ($p = 0,006$), VE/VCO_2 ($p = 0,025$) y FC máxima ($p = 0,001$), con aumento no significativo del VO_2 máximo (+4,82 %; $p = 0,058$). Neteca et al.[35] emplearon ≈6,2 mmol de NO_3^- y una prueba cardiopulmonar incremental, siendo el único estudio que evaluó variables de eficiencia ventilatoria, frente a las pruebas submáximas, contrarreloj o carrera de 3 km utilizadas en los demás estudios (Tabla 2).

Eficiencia en hipoxia

En mujeres no entrenadas, Collofello et al.[31] (~5 mmol, dosis única) observaron una reducción de la presión arterial sistólica (PAS; $p = 0,039$), sin cambios significativos en la apnea estática máxima ni en la SaO_2. En atletas de élite, Jonvik et al.[34] (~12,9 mmol/día durante 6 días) no observaron un efecto global, aunque la distancia ($p = 0,002$) y el tiempo ($p = 0,023$) de apnea dinámica aumentaron durante el periodo de menor fatiga. Los estudios difirieron en el régimen de suplementación y en la metodología de evaluación: apnea estática seca frente a nado en apnea dinámica hasta el agotamiento.

Avance Online - RENHyD

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Tabla 2. Características y resultados principales de los estudios incluidos.

Estudio y diseño	Muestra y nivel de actividad	Intervención y comparador	Protocolo y desenlaces	Resultados principales
Mujeres no entrenadas o recreativamente activas				
Collofello et al. 2014 Cruzado, doble ciego *Dominio: eficiencia en hipoxia*	n = 12; 21,9 ± 1,9 años No entrenadas	BJ: 70 ml (~5 mmol NO_3^-) PL: 70 ml BJ sin nitrato (~0,003 mmol) Dosis única, 2,5 h antes	Apnea estática seca: 3 apneas submáximas (20 s) + 1 apnea máxima (supino). *Desenlaces: apnea máx., PAS, SaO_2*	Apnea máx.: sin cambios (+7,4 %; p = 0,098). ↓ PAS −4,82 % (p = 0,039). SaO_2: sin cambios (p > 0,05).
Fernandes de Castro et al. 2018 Cruzado, sin cegamiento *Dominio: capacidad cardiorrespiratoria*	n = 8; 30,1 ± 5,7 años Sin entrenamiento sistematizado	BJ: 500 ml (~8,4 mmol NO_3^-) Control: agua Dosis única, 30 min antes	2 carreras de 3 km a máxima velocidad (pista de 400 m). *Desenlaces: TR, FC máx., RPE máx.*	TR: sin cambios (p = 0,771). FC máx.: sin cambios (p = 0,423). ↑ RPE máx. con BJ (p = 0,039).
Wickham et al. 2019 Cruzado, doble ciego *Dominio: capacidad cardiorrespiratoria*	n = 12; 23 ± 1 años Recreativamente activas	BJ: 2 × 140 ml/día (~26 mmol NO_3^-/día) PL: BJ sin nitrato 8 días; toma 2,5 h antes (días 1 y 8)	Cicloergómetro: 10 min al 50 % y 10 min al 70 % del VO_2 pico + contrarreloj (4 kJ/kg). *Desenlaces: VO_2, FC, TT, RPE*	VO_2, FC, TT: sin cambios. RPE: reducción no significativa en contrarreloj (p = 0,07).
Mujeres entrenadas o atletas				
Jonvik et al. 2018 Cruzado, doble ciego *Dominio: eficiencia en hipoxia*	n = 14; 22 ± 4 años Waterpolo de élite (selección nacional)	BJ: 140 ml (~12,9 mmol NO_3^-) PL: BJ bajo en nitrato Crónica, 6 días; 3 h antes	Apnea dinámica: nado crol en apnea hasta el agotamiento (piscina). *Desenlaces: distancia, tiempo, velocidad, RPE*	Global: sin cambios. Baja fatiga (periodo 2): ↑ distancia (p = 0,002), ↑ tiempo (p = 0,023). RPE: sin cambios (p > 0,70).
Forbes et al. 2022 Cruzado, doble ciego *Dominio: capacidad cardiorrespiratoria*	n = 14; 20,4 ± 1,7 años Ringette, bien entrenadas (> 5 años)	BJ: 140 ml (~13 mmol NO_3^-) PL: zumo de grosella negra sin nitrato Dosis única, 2,5 h antes	Cicloergómetro: 2 bloques de 8 min al 50 % y 70 % del VO_2 máx. *Desenlaces: VO_2, FC, RPE*	VO_2: sin cambios (p = 0,588; 4/14 ↓ > 3 % en ≥ 1 intensidad). FC: sin cambios (p = 0,712). ↓ RPE con BJ (p = 0,023).
Hemmatinafar et al. 2023 Cruzado, doble ciego *Dominio: recuperación muscular*	n = 12; 26,0 ± 3,0 años Voleibol semiprofesional (~5 años)	BJ: 8 × 50 ml (4,1 mmol/L; ~1,6 mmol totales) PL: bebida similar (< 0,5 mmol/L) Postejercicio (2–38 h)	Daño muscular inducido por ejercicio (200 saltos con chaleco); evaluación a las 48 h. *Desenlaces: RMI, VJH, VSFT, PDM, Sw-T, PPT*	↑ RMI (p = 0,006). ↓ PDM (p < 0,05). ↓ Sw-T (p < 0,0001). VJH, VSFT, PPT: sin cambios.
Neteca et al. 2025 Paralelo (GE = 9 / GC = 9) *Dominio: capacidad cardiorrespiratoria*	n = 18; 22,9 ± 5,6 años Resistencia amateur	BJ: 50 ml (~6,2 mmol NO_3^-) PL: BJ sin nitrato Dosis única, 2,5 h antes de la 2.ª prueba	Prueba de esfuerzo cardiopulmonar incremental (cicloergómetro). *Desenlaces: VO_2 máx., FC máx., VE, VE/VO_2, VE/VCO_2*	↓ VE (p = 0,006), ↓ VE/VO_2 (p = 0,006) y ↓ VE/VCO_2 (p = 0,025). ↓ FC máx. (165→162 lpm; p = 0,001). VO_2 máx.: +4,82 % (n.s.; p = 0,058).

BJ: jugo de remolacha; PL: placebo; NO_3^-: nitrato; PAS: presión arterial sistólica; SaO_2: saturación de oxígeno; RPE (máx.): percepción subjetiva del esfuerzo (máxima); TR: tiempo de rendimiento; FC (máx.): frecuencia cardíaca (máxima); VO_2 (máx./pico): consumo de oxígeno; TT: rendimiento en contrarreloj; RMI: resistencia muscular isométrica; PDM: percepción subjetiva del dolor muscular; Sw-T: hinchazón del muslo; VJH: altura de salto vertical; VSFT: prueba de flexibilidad sentado en V; PPT: umbral de dolor a la presión; VE: ventilación por minuto; VE/VO_2 y VE/VCO_2: equivalentes ventilatorios para el O_2 y el CO_2; GE: grupo experimental; GC: grupo control; n.s.: no significativo. Todos los estudios se realizaron en mujeres jóvenes sanas.

Avance Online - RENHYD

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Tabla 3. Control del ciclo menstrual y del uso de anticonceptivos hormonales en los estudios incluidos.

Estudio	Fase menstrual y anticonceptivos hormonales	Verificación hormonal	Momento de evaluación	Valoración del control hormonal
Mujeres no entrenadas o recreativamente activas				
Collofello et al. 2014	**Fase:** no informada **Anticonceptivos:** no informados	Ninguna	Dos sesiones separadas por 2 días; sin referencia al ciclo	Sin control hormonal informado
Fernandes de Castro et al. 2018	**Fase:** no informada **Anticonceptivos:** no informados	Ninguna	Dos pruebas separadas por una semana; sin referencia al ciclo	Sin control hormonal informado
Wickham et al. 2019	**Fase:** no fijada a una fase; toda la muestra usuaria de anticonceptivos **Anticonceptivos:** sí, toda la muestra	Analítica sérica de estradiol y progesterona (no se midieron las hormonas sintéticas de los anticonceptivos)	Pruebas en los días 1 y 8 de suplementación (≈1 semana entre visitas)	Buen control de hormonas endógenas; sin verificación de las hormonas sintéticas
Mujeres entrenadas o atletas				
Jonvik et al. 2018	**Fase:** no informada **Anticonceptivos:** no informados	Ninguna	Evaluación tras 6 días de suplementación; sin referencia al ciclo	Sin control hormonal informado
Forbes et al. 2022	**Fase:** lútea (eumenorreicas); no aplicable en usuarias de anticonceptivos **Anticonceptivos:** mixto: 9 usuarias / 5 eumenorreicas	Conteo de días/calendario (fase lútea, días 20–28); sin verificación objetiva	Ensayos separados por una semana; en eumenorreicas, en fase lútea	Control parcial; muestra mixta y sin verificación hormonal objetiva
Hemmatinafar et al. 2023	**Fase:** folicular tardía **Anticonceptivos:** no especificados	Cuestionario del ciclo y conteo de días (sin analítica ni test de ovulación)	Fase folicular tardía (~10 días tras la menstruación); 2.ª fase ~30 días después	Fase controlada por cuestionario, sin verificación objetiva; anticonceptivos no especificados
Neteca et al. 2025	**Fase:** folicular **Anticonceptivos:** no (se excluyeron usuarias)	Planificación según fase folicular (sin analítica)	Dos pruebas de esfuerzo cardiopulmonar separadas por una semana; 2.ª en fase folicular, suplementación 2,5 h antes	Buen control del ciclo y exclusión de anticonceptivos; sin verificación hormonal objetiva

Se consideró "verificación hormonal objetiva" únicamente la confirmación mediante medidas directas (analítica de estradiol/progesterona o test de ovulación). La estimación mediante conteo de días, calendario, cuestionario menstrual o autoinforme se consideró control o estimación de la fase del ciclo, pero no verificación objetiva del estado hormonal.

Avance Online - RENHYD

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional



DISCUSIÓN

La evidencia disponible en los tres dominios fue limitada y heterogénea. Los hallazgos se interpretan por separado, contrastándolos con revisiones previas y analizando posibles motivos de las discrepancias.

Recuperación muscular

Los hallazgos sugieren un posible beneficio del BJ sobre algunos componentes de la recuperación, aunque proceden de un único ensayo en mujeres[16]. Coinciden parcialmente con el metaanálisis de Jones et al.[36], que observó una recuperación más rápida de la fuerza isométrica, el salto y el umbral de dolor a la presión. La concordancia en la respuesta isométrica, pero no en el salto ni en el umbral de dolor, podría relacionarse con diferencias en los protocolos de daño muscular y los procedimientos de medición, incluida la algometría manual frente al manguito de presión empleado en el ensayo femenino[3,6,16]. La evidencia específica en mujeres sigue siendo insuficiente para confirmar un efecto consistente.

Capacidad cardiorrespiratoria

La ausencia de un beneficio cardiorrespiratorio consistente concuerda con Senefeld et al.[24], cuyo metaanálisis no identificó un efecto ergogénico significativo en los estudios realizados exclusivamente en mujeres, pese al pequeño efecto observado globalmente. Tampoco se observó un efecto significativo en deportistas de resistencia bien entrenados[24]. La variabilidad entre estudios podría relacionarse con el tipo de prueba, la dosis, el régimen de suplementación y el nivel de entrenamiento; además, las diferencias hormonales en la vía del óxido nítrico podrían contribuir a modificar la respuesta al nitrato[14,35]. El reducido número de ensayos femeninos impide determinar qué factores modifican realmente el efecto.

Eficiencia en hipoxia

En hipoxia, Senefeld et al.[24] no identificaron la fracción inspirada de oxígeno (FiO_2) como moderadora significativa del efecto ergogénico del nitrato, aunque evaluaron paradigmas de ejercicio distintos de la apnea. La evidencia específica sobre apnea también es heterogénea:

Avance Online - RENHyD

La Revista Española de Nutrición Humana y Dietética se esfuerza por mantener a un sistema de publicación continua, de modo que los artículos se publican antes de su formato final (antes de que el número al que pertenecen se haya cerrado y/o publicado). De este modo, intentamos poner los artículos a disposición de los lectores/usuarios lo antes posible.

The Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics strives to maintain a continuous publication system, so that the articles are published before its final format (before the number to which they belong is closed and/or published). In this way, we try to put the articles available to readers/users as soon as possible.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

se han descrito tanto mejoras[8] como ausencia de efectos[9] en apnea estática y una posible conservación del oxígeno en apnea dinámica en buceadores entrenados[10]. Las discrepancias entre los dos ensayos incluidos[31,34] podrían relacionarse con la modalidad de apnea, el nivel de entrenamiento, la fatiga acumulada y el régimen de suplementación. El escaso número de estudios y la heterogeneidad metodológica impiden atribuirlas a un factor concreto.

Variabilidad metodológica

La heterogeneidad en dosis, regímenes de suplementación, protocolos de ejercicio, desenlaces y nivel de entrenamiento limita la comparación entre estudios (Tabla 2). No se observó un patrón consistente según el nivel de entrenamiento. El control hormonal fue otra fuente potencial de variabilidad, ya que fue incompleto y rara vez incluyó verificación objetiva (Tabla 3). El reducido número de estudios impide determinar si el nivel de entrenamiento o el estado hormonal modifican la respuesta al BJ.

Fortalezas y limitaciones del estudio

Entre las fortalezas destacan la presentación conforme a PRISMA 2020[25], la pregunta específica en mujeres jóvenes sanas, el cribado y la extracción independientes por dos investigadores y la evaluación mediante NHLBI[29] y RoB 2[30]. Las principales limitaciones fueron el reducido número de estudios y participantes, la heterogeneidad que impidió el metaanálisis, la ausencia de evaluación formal de la certeza de la evidencia y del sesgo de publicación, el control hormonal insuficiente y que solo un estudio informara un cálculo de potencia estadística. Tampoco se evaluaron formalmente la validez, fiabilidad ni el error de medida de los instrumentos, y algunos estudios emplearon métodos de campo. Además, el registro retrospectivo del protocolo y la búsqueda restringida al título pudieron introducir sesgos y reducir la sensibilidad de la búsqueda.

Implicaciones prácticas y futuras líneas

La evidencia actual no permite recomendar un protocolo específico de BJ en mujeres jóvenes sanas. Se requieren ECA con muestras mayores, dosis y desenlaces estandarizados, diferenciación por nivel de entrenamiento y control objetivo del estado hormonal, especialmente en recuperación muscular e hipoxia.

CONCLUSIONES

Avance Online - RENHyD

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

La evidencia sobre la suplementación con BJ en mujeres jóvenes sanas es limitada y heterogénea. Se observan posibles beneficios en algunos indicadores de recuperación muscular y resultados variables en hipoxia, sin efectos cardiorrespiratorios consistentes. Se requieren más ECA con muestras mayores, protocolos estandarizados y control hormonal para confirmar estos hallazgos y establecer la dosis óptima.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

M.P.-C. y L.M.F.-G. participaron activamente en los procesos de conceptualización, búsqueda, análisis formal de los datos y revisión de esta y de las versiones previas.

FINANCIACIÓN

Los autores declaran que no se recibió financiación para realizar este estudio.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflictos de interés en la redacción del manuscrito.

DISPONIBILIDAD DE DATOS

Los datos utilizados en esta revisión se encuentran disponibles en el artículo y en su material suplementario. La lista de verificación PRISMA 2020 se adjunta como **material suplementario**.

REFERENCIAS

(1) Mujika I, Halson S, Burke LM, Balagué G, Farrow D An Integrated, Multifactorial Approach to Periodization for Optimal Performance in Individual and Team Sports. Int J Sports Physiol Perform. 2018;13(5):538-61, doi: 10.1123/ijspp.2018-0093.

(2) Jones AM Dietary nitrate supplementation and exercise performance. Sports Med. 2014;44 Suppl 1(Suppl 1):S35-45, doi: 10.1007/s40279-014-0149-y.

(3) Clifford T, Bell O, West DJ, Howatson G, Stevenson EJ The effects of beetroot juice supplementation on indices of muscle damage following eccentric exercise. Eur J Appl Physiol. 2016;116(2):353-62, doi: 10.1007/s00421-015-3290-x.

(4) Rojano-Ortega D, Peña Amaro J, Berral-Aguilar AJ, Berral-de la Rosa FJ Effects of Beetroot Supplementation on Recovery After Exercise-Induced Muscle Damage: A Systematic Review. Sports Health: A Multidisciplinary Approach. 2022;14(4):556-65, doi: 10.1177/19417381211036412.

Avance Online - RENHyD

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

(5) Peake JM, Neubauer O, Della Gatta PA, Nosaka K Muscle damage and inflammation during recovery from exercise. J Appl Physiol. 2017;122(3):559-70, doi: 10.1152/japplphysiol.00971.2016.
(6) Clifford T, Berntzen B, Davison GW, West DJ, Howatson G, Stevenson EJ Effects of Beetroot Juice on Recovery of Muscle Function and Performance between Bouts of Repeated Sprint Exercise. Nutrients. 2016;8(8):506, doi: 10.3390/nu8080506.
(7) Garnacho-Castaño M V, Pleguezuelos-Cobo E, Berbel M, Irurtia A, Carrasco-Marginet M, Castizo-Olier J, et al. Effects of acute beetroot juice intake on performance, maximal oxygen uptake, and ventilatory efficiency in well-trained master rowers: a randomized, double-blinded crossover study. J Int Soc Sports Nutr. 2024;21(1):2373170, doi: 10.1080/15502783.2024.2373170.
(8) Engan HK, Jones AM, Ehrenberg F, Schagatay E Acute dietary nitrate supplementation improves dry static apnea performance. Respir Physiol Neurobiol. 2012;182(2-3):53-9, doi: 10.1016/j.resp.2012.05.007.
(9) Barlow MJ, Elia A, Shannon OM, Zacharogianni A, Lodin-Sundstrom A The Effect of a Dietary Nitrate Supplementation in the Form of a Single Shot of Beetroot Juice on Static and Dynamic Apnea Performance. Int J Sport Nutr Exerc Metab. 2018;28(5):497-501, doi: 10.1123/ijsnem.2017-0300.
(10) Patrician A, Schagatay E Dietary nitrate enhances arterial oxygen saturation after dynamic apnea. Scand J Med Sci Sports. 2017;27(6):622-6, doi: 10.1111/sms.12684.
(11) Maughan RJ, Burke LM, Dvorak J, Larson-Meyer DE, Peeling P, Phillips SM, et al. IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete. Br J Sports Med. 2018;52(7):439-55, doi: 10.1136/bjsports-2018-099027.
(12) Kerksick CM, Wilborn CD, Roberts MD, Smith-Ryan A, Kleiner SM, Jäger R, et al. ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations. J Int Soc Sports Nutr. 2018;15(1):38, doi: 10.1186/s12970-018-0242-y.
(13) Jones AM, Vanhatalo A, Seals DR, Rossman MJ, Piknova B, Jonvik KL Dietary Nitrate and Nitric Oxide Metabolism: Mouth, Circulation, Skeletal Muscle, and Exercise Performance. Med Sci Sports Exerc. 2021;53(2):280-94, doi: 10.1249/MSS.0000000000002470.
(14) Wickham KA, Spriet LL No longer beeting around the bush: a review of potential sex differences with dietary nitrate supplementation 1. Appl Physiol Nutr Metab. 2019;44(9):915-24, doi: 10.1139/apnm-2019-0063.
(15) Tian C, Jiang Q, Han M, Guo L, Huang R, Zhao L, et al. Effects of Beetroot Juice on Physical Performance in Professional Athletes and Healthy Individuals: An Umbrella Review. Nutrients. 2025;17(12):1958, doi: 10.3390/nu17121958.
(16) Hemmatinafar M, Zaremoayedi L, Koushkie Jahromi M, Alvarez-Alvarado S, Wong A, Niknam A, et al. Effect of Beetroot Juice Supplementation on Muscle Soreness and Performance Recovery after Exercise-Induced Muscle Damage in Female Volleyball Players. Nutrients. 2023;15(17):3763, doi: 10.3390/nu15173763.
(17) Wickham KA, McCarthy DG, Pereira JM, Cervone DT, Verdijk LB, van Loon LJC, et al. No effect of beetroot juice supplementation on exercise economy and performance in recreationally active females despite increased torque production. Physiol Rep. 2019;7(2):e13982, doi: 10.14814/phy2.13982.

Avance Online - RENHYD

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

(18) Larsen FJ, Schiffer TA, Borniquel S, Sahlin K, Ekblom B, Lundberg JO, et al. Dietary Inorganic Nitrate Improves Mitochondrial Efficiency in Humans. Cell Metab. 2011;13(2):149-59, doi: 10.1016/j.cmet.2011.01.004.
(19) Morton JP, Atkinson G, MacLaren DP, Cable NT, Gilbert G, Broome C, et al. Reliability of maximal muscle force and voluntary activation as markers of exercise-induced muscle damage. Eur J Appl Physiol. 2005;94(5-6):541-8, doi: 10.1007/s00421-005-1373-9.
(20) Chesterton LS, Sim J, Wright CC, Foster NE Interrater Reliability of Algometry in Measuring Pressure Pain Thresholds in Healthy Humans, Using Multiple Raters. Clin J Pain. 2007;23(9):760-6, doi: 10.1097/AJP.0b013e318154b6ae.
(21) American Thoracic Society, American College of Chest Physicians ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing. Am J Respir Crit Care Med. 2003;167(2):211-77, doi: 10.1164/rccm.167.2.211.
(22) Powers SK, Dodd S, Freeman J, Ayers GD, Samson H, McKnight T Accuracy of pulse oximetry to estimate HbO2 fraction of total Hb during exercise. J Appl Physiol. 1989;67(1):300-4, doi: 10.1152/jappl.1989.67.1.300.
(23) Meng F, Liu Y, Qiu B, Li J Does Nitrate Supplementation Improve Muscle Strength, Power, and Sprint Performance in Females? A Systematic Review and Meta-Analysis. Life (Basel). 2025;15(9):1425, doi: 10.3390/life15091425.
(24) Senefeld JW, Wiggins CC, Regimbal RJ, Dominelli PB, Baker SE, Joyner MJ Ergogenic Effect of Nitrate Supplementation: A Systematic Review and Meta-analysis. Med Sci Sports Exerc. 2020;52(10):2250-61, doi: 10.1249/MSS.0000000000002363.
(25) Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ. 2021;372:n71, doi: 10.1136/bmj.n71.
(26) Ouzzani M, Hammady H, Fedorowicz Z, Elmagarmid A Rayyan-a web and mobile app for systematic reviews. Syst Rev. 2016;5(1):210, doi: 10.1186/s13643-016-0384-4.
(27) McKay AKA, Stellingwerff T, Smith ES, Martin DT, Mujika I, Goosey-Tolfrey VL, et al. Defining Training and Performance Caliber: A Participant Classification Framework. Int J Sports Physiol Perform. 2022;17(2):317-31, doi: 10.1123/ijspp.2021-0451.
(28) González MM, Aparicio-Ugarriza R, Fuentes F, Mielgo-Ayuso JF. Nutrición deportiva: desde la fisiología a la práctica. 1a ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana. 2021.1-6.
(29) National Heart L and BI Study Quality Assessment Tools | NHLBI, NIH. National Institutes of Health. [accedido 16 marzo 2026]. Disponible en: https://www.nhlbi.nih.gov/health-topics/study-quality-assessment-tools.
(30) Sterne JAC, Savović J, Page MJ, Elbers RG, Blencowe NS, Boutron I, et al. RoB 2: a revised tool for assessing risk of bias in randomised trials. BMJ. 2019;366:l4898, doi: 10.1136/bmj.l4898.
(31) Collofello B, Moskalik B, Essick E Acute Dietary Nitrate Supplementation Decreases Systolic Blood Pressure and Increases Dry Static Apnea Performance in Females. Journal of Exercise Physiologyonline. 2014;17(4):15-26.
(32) Forbes SPA, Spriet LL Potential effect of beetroot juice supplementation on exercise economy in well-trained females. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism. 2022;47(1):106-9, doi: 10.1139/apnm-2021-0563.

Avance Online - RENHYD

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

(33) Fernandes de Castro T, de Assis Manoel F, Machado FA Beetroot juice supplementation does not modify the 3-km running performance in untrained women. Sci Sports. 2018;33(4):e167-70, doi: 10.1016/j.scispo.2018.01.010.
(34) Jonvik KL, van Dijk J-W, Senden JMG, van Loon LJC, Verdijk LB The Effect of Beetroot Juice Supplementation on Dynamic Apnea and Intermittent Sprint Performance in Elite Female Water Polo Players. Int J Sport Nutr Exerc Metab. 2018;28(5):468-73, doi: 10.1123/ijsnem.2017-0293.
(35) Neteca J, Veseta U, Liepina I, Volgemute K, Dzintare M, Babarykin D Effect of Beetroot Juice Supplementation on Aerobic Capacity in Female Athletes: A Randomized Controlled Study. Nutrients. 2025;17(1):63, doi: 10.3390/nu17010063.
(36) Jones L, Bailey SJ, Rowland SN, Alsharif N, Shannon OM, Clifford T The Effect of Nitrate-Rich Beetroot Juice on Markers of Exercise-Induced Muscle Damage: A Systematic Review and Meta-Analysis of Human Intervention Trials. J Diet Suppl. 2022;19(6):749-71, doi: 10.1080/19390211.2021.1939472.

Avance Online - RENHyD

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional