

Evaluación de la remolacha azucarera: nutrientes, beneficios para la salud y aplicaciones clínicas

Evaluation of sugar beet: nutrients, health benefits, and clinical applications

Flórez Daniela Lynett¹, Lubo López María Paola¹, Guardiola Riveros María Alejandra¹, Rodríguez Ocampo Paula Andrea¹, Gutiérrez Juliana Silva¹, Ramírez Marilyn¹, Luna Salazar David¹, Peña Daniela¹, Villarreal Valentina¹, Lozano María Juliana¹, Zambrano Camila¹, Rabe Valeria¹, Rojas Arbelaez Laura Andrea¹, Russi Amparo², Celis Luis Gustavo¹

¹Semillero de Investigación de Biología Molecular y Genética, Facultad de Medicina, Universidad de La Sabana, Chía, Colombia.

²Asociación Colombiana de Nutricionistas y Dietistas (Acodin).

Resumen

Introducción: la Beta vulgaris, comúnmente conocida como remolacha, comprende tres grupos principales que difieren en su composición de macro y micronutrientes, especialmente en su contenido de azúcares. El subgrupo altissima, conocido como remolacha azucarera, presenta la mayor concentración de azúcares, la cual oscila entre el 16% y el 20%.

Objetivo: destacar las características de la remolacha azucarera y sus aplicaciones clínicas.

Materiales y método: se realizó una revisión de la literatura científica utilizando bases de datos especializadas, empleando los términos de búsqueda "Beta vulgaris" OR "beetroot" OR "sugar beet", junto con términos relacionados con aplicaciones médicas, usos terapéuticos y beneficios para la salud. Se excluyeron los artículos publicados en idiomas distintos del inglés o español, así como las publicaciones anteriores a 2019. Los estudios relevantes fueron seleccionados mediante un proceso de cribado de títulos y resúmenes, seguido de la evaluación a texto completo de los artículos elegibles.

Resultados: la remolacha azucarera presenta importantes beneficios nutricionales. Su elevado contenido de compuestos fenólicos, flavonoides y betalainas podría contribuir a prevenir complicaciones asociadas a la diabetes mellitus tipo 2 y a disminuir los niveles de presión arterial. Además, podría mejorar el rendimiento deportivo y la salud cognitiva, con posibles efectos protectores frente a enfermedades neurodegenerativas como la enfermedad de Alzheimer. Asimismo, contribuye a la producción de energía y podría favorecer la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Conclusiones: la remolacha azucarera constituye una de las principales fuentes para la producción mundial de azúcar y se destaca por su riqueza en betalainas, carotenoides y vitaminas, compuestos que le confieren propiedades antioxidantes y antiinflamatorias.

Palabras clave: Beta vulgaris; Remolacha; Antioxidantes; Compuestos Fenólicos; Betalainas; Diabetes Mellitus Tipo 2.

Abstract

Introduction: Beta vulgaris, commonly known as beet, comprises three main groups that differ in their macro- and micronutrient composition, particularly in their sugar content. The altissima subspecies, known as sugar beet, has the highest sugar concentration, ranging from 16% to 20%.

Objective: To highlight the characteristics of sugar beet and its clinical applications.

Materials and Methods: A review of the scientific literature was conducted using specialized databases. The search strategy included the terms "Beta vulgaris" OR "beetroot" OR "sugar beet," combined with terms related to medical applications, therapeutic uses, and health benefits. Articles published in languages other than English or Spanish and publications prior to 2019 were excluded. Relevant studies were selected through a screening process of titles and abstracts, followed by full-text assessment of eligible articles.

Results: Sugar beet has important nutritional benefits. Its high content of phenolic compounds, flavonoids, and betalains may contribute to preventing complications associated with type 2 diabetes mellitus and reducing blood pressure levels. In addition, it may improve athletic performance and cognitive health, with potential protective effects against neurodegenerative diseases such as Alzheimer disease. It also contributes to energy production and may help reduce greenhouse gas emissions.

Conclusions: Sugar beet is one of the main sources of sugar production worldwide and is notable for its richness in betalains, carotenoids, and vitamins, compounds that confer antioxidant and anti-inflammatory properties.

Keywords: Beta vulgaris; Sugar Beet; Antioxidants; Phenolic Compounds; Betalains; Diabetes Mellitus, Type 2.



DIAETA es propiedad de la Asociación Argentina de Licenciados en Nutrición y mantiene la propiedad intelectual.

ISSN 0328-1310
ISSN 1852-7337 (En línea)

Contacto:
Lynett, Daniela,
Danielalyfl@unisabana.edu.co

Recibido: 20/02/2025.
Envío de revisiones al autor:
23/07/2025. Recepción versión
corregida: 02/03/2026.
Aceptado en su versión
corregida: 13/08/2026.

Declaración de conflicto de intereses: los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Fuente de financiamiento: el proceso de investigación contó con el financiamiento exclusivo de los autores.

Este es un artículo open access licenciado por Creative Commons Atribución/Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Licencia Pública Internacional — CC BY-NC-SA 4.0. Para conocer el alcance de esta licencia, visita <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode.es>



Indizada en LILACS, SciELO y EBSCO; catálogo del sistema LATINDEX. Incorporada al Núcleo Básico Revistas Científicas Argentinas, CONICET

Introducción

La *Beta vulgaris*, comúnmente conocida como remolacha o betabel, es una planta herbácea bienal que pertenece a la familia *Amaranthaceae* y a la subfamilia *Betoideae*. Su cultivo se remonta a la antigua Grecia, donde era valorada por sus diversos usos y beneficios nutricionales y medicinales. Dentro de su clasificación se distinguen tres grupos principales: el grupo *conditiva*, que comprende la remolacha hortícola o de mesa; el grupo *altissima*, conocida como remolacha azucarera; y el grupo *crassa*, que incluye la remolacha forrajera. De estos grupos, la remolacha azucarera (*Beta vulgaris* subsp. *vulgaris* var. *altissima*) destaca por su importancia global, ya que constituye la segunda fuente de azúcar a nivel mundial. En cuanto a su composición química, estos tres grupos presentan diferencias en su contenido en macro y micronutrientes, deseando destacar que la *conditiva* presenta un contenido de azúcares que oscila entre el 6% - 8%, la *altissima* 16% - 20% y la *crassa* entre 10% - 15%. Su producción es especialmente significativa en países como Rusia, Francia, Estados Unidos y Alemania, contribuyendo aproximadamente al 30% de la producción global de azúcar (1).

En la antigüedad, la *Beta vulgaris* era utilizada principalmente en la vinificación y como aditivo en vinagres debido a su alto contenido en azúcar, pero también se le atribuían propiedades medicinales para tratar diversas afecciones como la caspa, constipación, disminución de la libido, dolor abdominal y articular (2,3). En tiempos modernos, la remolacha ha adquirido relevancia en la industria alimentaria por su riqueza en azúcares y nutrientes, aunque sus beneficios medicinales siguen siendo menos conocidos.

En este contexto, la remolacha se destaca por su riqueza en betalaínas, carotenoides, y vitaminas del grupo B, además de folato y nitratos inorgánicos. Estos compuestos le confieren propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, antimicrobianas y antifúngicas, así como efectos quimioprotectores y la capacidad para inhibir la peroxidación lipídica. A pesar de estos notables beneficios, usualmente no se incluye de manera regular en muchas dietas. No obstante, su incorporación en jugos, sopas y ensaladas puede optimizar el aprovechamiento de sus nutrientes, contribuyendo a su función cardioprotectora, antihipertensiva y en el tratamiento de la anemia ferropénica (4-6).

En este sentido, el objetivo de esta investigación consiste en analizar la información existente sobre los beneficios medicinales y las propiedades principales de la remolacha azucarera, así como evaluar sus aplicaciones en diversos grupos poblacionales.

Materiales y método

Se llevó a cabo una revisión exhaustiva de la literatura científica utilizando bases de datos como *PubMed*, *Web of Science*, *DynaMed*, *Scopus* y *UpToDate*, con el objetivo de explorar las aplicaciones médicas de la remolacha (*Beta vulgaris*). La

Daniela Lynett Flórez
ID 0000-0002-9979-7675
Médico Cirujano, Universidad de La Sabana.

María Paola Lubo López
ID 0000-0003-2828-6883
Médico Cirujano, Universidad de La Sabana.

María Alejandra Guardiola Riveros
ID 0009-0002-1025-3493
Médico Cirujano, Universidad de La Sabana.

Paula Andrea Rodríguez Ocampo
ID 0009-0002-0735-5755
Médico Cirujano, Universidad de La Sabana.

David Luna Salazar:
ID 0009-0004-6575-3369
Médico Cirujano, Universidad de La Sabana.

Valentina Villarreal
ID 0009-0004-4038-8123
Médico Cirujano, Universidad de La Sabana.

María Juliana Lozano
ID 0009-0003-3068-2591
Médico Cirujano, Universidad de La Sabana.

Juliana Silva Gutiérrez
ID 0000-0003-2594-684X
Médico Cirujano, Universidad de La Sabana.

Valeria Rabe
ID 0009-0004-2365-5349
Médico Cirujano, Universidad de La Sabana.

Marilyn Ramírez
ID 0000-0001-5736-9210
Médico Cirujano, Universidad de La Sabana.

Camila Zambrano
ID 0009-0002-9525-8946
Médico Cirujano, Universidad de La Sabana.

Daniela V. Peña
ID 0009-0009-9344-1510
Médico Cirujano, Universidad de La Sabana.

Laura Andrea Rojas Arbelaez
ID 0009-0001-2564-684X
Médico Cirujano, Universidad de La Sabana.

Amparo Russi:
ID 0000-0002-4512-2058
Nutricionista y Dietista, Pontificia Universidad Javeriana.

Luis Gustavo Celis
ID 0000-0002-0338-6258
Biólogo Universidad Central de Venezuela, Lic. en Educación, Universidad Central de Venezuela, Especialista en Bioética, Universidad de La Sabana, Especialista en Prospectiva y Estrategia Organizacional, Universidad de La Sabana, Magister en Biología con énfasis en Genética Humana, Universidad de Los Andes.

Cómo citar:

Flórez D.L. y col. Evaluación de la remolacha azucarera: nutrientes, beneficios para la salud y aplicaciones clínicas, Buenos Aires. DIAETA (B.AIRES) 2026; 44: e2604406

búsqueda se realizó empleando combinaciones de términos clave como “Beta vulgaris” OR “beetroot” OR “sugar beet”, junto con términos relacionados con aplicaciones médicas, usos terapéuticos y beneficios para la salud. Se excluyeron artículos que no estuvieran en inglés o español y publicaciones anteriores a 2019. Los artículos relevantes fueron seleccionados mediante un filtrado de títulos y resúmenes, seguido de una evaluación completa de los textos seleccionados. Los resultados se estructuraron por dimensiones de análisis.

Resultados

La revisión bibliográfica de los artículos seleccionados ha permitido identificar y analizar diversos beneficios, propiedades y aplicaciones de la remolacha azucarera (*Beta vulgaris* subsp. *vulgaris* var. *altissima*), destacando además sus principales diferencias con la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). A continuación, se resumen los hallazgos más relevantes:

Similitudes y diferencias entre la caña de azúcar y la remolacha azucarera

Tanto el azúcar de caña como el de la remolacha comparten la similitud fundamental de estar compuestos principalmente por sacarosa, lo que les confiere propiedades químicas casi idénticas y una pureza generalmente superior al 99% (7). No obstante, a pesar de esta composición química similar, las diferencias entre ambos tipos de azúcar son notables en términos de sus propiedades y procesos de producción, adaptándose la remolacha a un amplio rango de condiciones climáticas templadas (8). En contraste, la caña de azúcar, que domina el mercado con más del 70% de la producción global, prospera en zonas tropicales y subtropicales, con Brasil e India como los principales productores (7).

A nivel químico, el azúcar de remolacha, al derivarse de una raíz, contiene un mayor nivel de nitrógeno, lo que influye en ciertos procesos de refinación y modifica su perfil químico. Además, la remolacha tiene menos impurezas, lo que facilita un proceso de extracción más sencillo y permite preservar compuestos como la betaína, que ofrece beneficios para la salud (7). Por otro lado, el azúcar de caña, extraído de un tallo, requiere un proceso de refinado más intensivo para eliminar impurezas, lo que también reduce la cantidad de micronutrientes presentes en la planta original (9). Aunque ambos tipos de azúcar son químicamente similares, las diferencias en sus procesos de producción y en el contenido de impurezas pueden influir tanto en sus aplicaciones industriales como en la percepción del consumidor.

Valor nutricional: macronutrientes y micronutrientes de la remolacha azucarera cruda

Los nutrientes necesarios para el desarrollo adecuado de la remolacha azucarera se dividen en dos grupos: macronutrientes y micronutrientes, según la cantidad requerida para un crecimiento óptimo, en especial porque contiene hasta un 20% más de sacarosa con respecto a la remolacha roja que es más baja en calorías. Dentro de los macronutrientes, destacan el nitrógeno (N), el fósforo (P), el calcio (Ca), el magnesio (Mg) y el potasio (K). Dentro de los micronutrientes destacan el manganeso (Mn), el cobre (Cu) y el zinc (Zn). Se ha descrito que estos nutrientes son absorbidos por la planta, alojándose en los diferentes órganos de la misma (raíz, peciolo y limbo) (10-13). A continuación, se presenta la composición nutricional de la remolacha azucarera (Tabla 1) en la que se muestran los valores de calorías, macronutrientes, minerales y vitaminas por cada 100 gramos del producto, proporcionando una visión general de su perfil nutricional y su potencial impacto en la dieta.

Tabla 1. Composición nutricional de la remolacha cruda, por cada 100 g de alimento.

Compuesto	Contenido en 100 g
Energía	45 kcal
Agua	88,2 g
Azúcares (CHO)	5,1 g
Proteínas	1,69 g
Grasas	0,3 g
Fibra dietaria	3,1 g
Calcio	14 mg
Potasio	342 mg
Fósforo	34 mg
Sodio	112 mg
Hierro	0,43 mg
Ácido ascórbico	4,6 mg
Folato total	103 µg
5-methyltetrahydrofolate	64 µg

Elaboración propia a partir de U.S. Department of Agriculture Agricultural Research Service. Beets, raw [revisado 22 ago 2026]. Disponible en <https://fdc.nal.usda.gov/food-details/2685576/nutrients> (13).

Aplicaciones clínicas de la remolacha azucarera

Diabetes

La diabetes mellitus tipo 2 (DM2) es una enfermedad crónica que resulta de una combinación de factores genéticos y ambientales, caracterizándose inicialmente por niveles elevados de glucosa en sangre, daño a las células beta del páncreas y, posteriormente, resistencia a la insulina. Aproximadamente el 8% de la población mundial está afectada por esta enfermedad y se estima que para el año 2040 al menos 693 millones de personas la padecerán. Dada su alta tasa de mortalidad y el impacto significativo en la salud pública, la DM2 constituye un desafío importante para la sociedad (14).

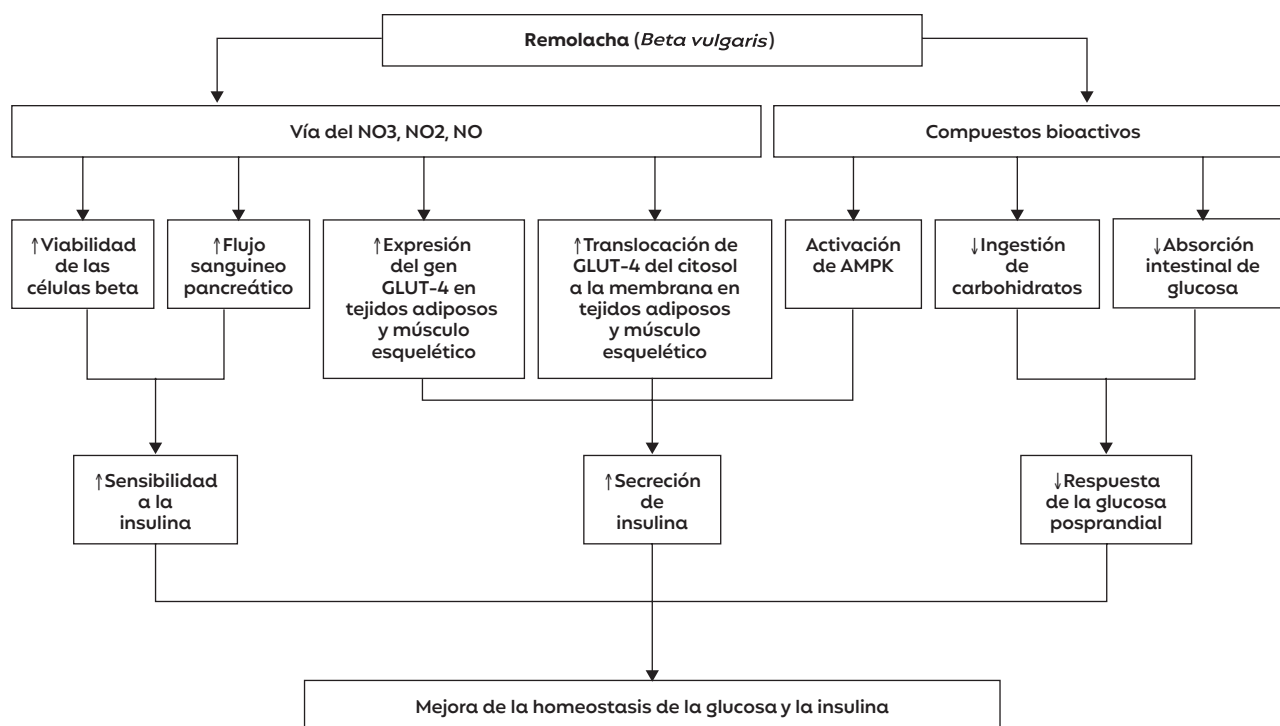
Históricamente, las plantas medicinales han sido utilizadas para tratar diversas enfermedades, incluidos trastornos metabólicos como la DM2.

Ante sus complicaciones, como enfermedad renal asociada a diabetes, aumento del riesgo cardiovascular, enfermedades microvasculares y amputaciones, la comunidad científica ha mostrado un creciente interés en los fitoquímicos bioactivos presentes en estas plantas. Compuestos como fenoles, flavonoides y alcaloides han demostrado efectos antidiabéticos, reduciendo la hiperglucemia posprandial y previniendo la hiperinsulinemia reactiva al influir en la digestión, absorción y transporte de glucosa. En particular, la remolacha (*Beta vulgaris* L.) contiene betalainas, compuestos con propiedades antioxidantes y antiinflamatorias que pueden prevenir complicaciones como la neuropatía diabética al intervenir en la inflamación crónica y el estrés oxidativo (15).

Este efecto positivo también ha sido respaldado por estudios recientes, como el realizado en 2021, que evaluó el impacto del consumo de 100 gramos de remolacha roja cruda diaria durante 8 semanas en 45 pacientes con DM2. Los resultados mostraron mejoras significativas en marcadores metabólicos como glucemia en ayunas, HbA1c, ApoB100 y ApoA1, sugiriendo que la remolacha puede ser una estrategia útil para fortalecer la defensa antioxidante endógena y proteger contra el daño oxidativo celular (15). Además, se observó que la remolacha roja tiene efectos beneficiosos sobre los marcadores del perfil lipídico (TG, CT LDL-C, HDL-C), que están directamente asociados con la incidencia de DM2, como se ilustra en la Figura 1.

Es fundamental destacar también que el jugo de remolacha azucarera, rico en óxido nítrico (similar al jugo de remolacha roja), puede influir positivamente en la viabilidad de las células beta y en el flujo sanguíneo de los vasos pancreáticos. Este efecto promueve la secreción de insulina al aumentar la expresión y translocación del transportador GLUT-4 en el músculo esquelético y el tejido adiposo. La activación de la señalización AMPK mejora la sensibilidad a la insulina, reduciendo la digestión de carbohidratos y la

Figura 1. Efectos de la remolacha (*Beta vulgaris*) sobre la homeostasis de la glucosa e insulina. El nitrato (NO_3) y otros compuestos del jugo de la remolacha, como el óxido nítrico (NO), desempeñan un papel en la regulación de los niveles de insulina y glucosa.



Modificado de Mirmiran P., et al. (14). NO_3 : Nitrato, NO_2 : Dióxido de Nitrógeno, NO : Óxido Nítrico, GLUT-4: Proteína Transportadora de Glucosa, AMPK: Proteína Quinasa Activada por AMP. Imagen realizada por inteligencia artificial generativa NotebookLM.

absorción intestinal de glucosa. Por lo tanto, se plantea que la remolacha, bien sea en jugo o cruda, podría contribuir a regular la secreción de insulina y atenuar la respuesta hiperglucémica posprandial (14).

Hipertensión arterial y salud cardiovascular

La hipertensión arterial (HTA) es el principal factor de riesgo para el desarrollo de enfermedades cardiovasculares y presenta altas tasas de prevalencia e incidencia, especialmente en países de ingresos bajos y medios (16). Por ello, es esencial considerar intervenciones no farmacológicas de bajo costo que puedan ser implementadas globalmente para reducir eficazmente las cifras tensionales.

Una propuesta nutricional innovadora es la incorporación de remolacha en la dieta. Este tubérculo, rico en NO_3^- , es metabolizado en NO_2^- por la enzima nitrato reductasa, presente en las bacterias anaeróbicas de la cavidad bucal, y posteriormente se convierte en óxido nítrico (NO) en el estómago debido a las condiciones ácidas (17,18).

El NO es un potente vasodilatador, antiagregante plaquetario y antiaterogénico. Su inclusión en la dieta de pacientes con HTA puede reducir significativamente la presión arterial sistólica (PAS) y diastólica (PAD). Un estudio aleatorizado y controlado mostró una reducción de 7,7/5,2 mm Hg en la presión arterial con el consumo de jugo de remolacha (19). Así, la remolacha se presenta como una alternativa accesible y efectiva para los pacientes con HTA, con beneficios potenciales en la reducción de

complicaciones cardiovasculares y mejora de la función endotelial, contribuyendo a una mayor esperanza de vida (17).

Obesidad

La obesidad, definida como un depósito excesivo de grasa en el tejido adiposo, es una de las enfermedades no transmisibles más prevalentes y está estrechamente vinculada con diversas patologías. Se considera la principal causa de dislipidemia, diabetes tipo 2, enfermedades cardiovasculares, inflamación crónica de bajo grado y enfermedad del hígado graso asociado a disfunción metabólica (MASLD). Una dieta rica en grasas puede tener efectos adversos en la función endotelial vascular posprandial, a menudo desencadenada por una respuesta proinflamatoria y estrés oxidativo asociados a la hipertrigliceridemia y/o hiperglucemia. Esto conduce a una disminución de la biodisponibilidad del óxido nítrico, estrés oxidativo y enfermedad aterosclerótica. Por lo tanto, mejorar la calidad de la dieta puede reducir la obesidad y ralentizar la progresión de la enfermedad aterosclerótica a largo plazo (20).

En este contexto, es relevante destacar que una dieta rica en verduras y frutas (aproximadamente 400 g/día) disminuye la incidencia de obesidad. Alimentos que contienen compuestos fenólicos y flavonoides, como la remolacha, desempeñan un papel crucial como antioxidantes exógenos, apoyando a los antioxidantes endógenos en la prevención del estrés oxidativo (20).

La remolacha, siendo un tubérculo rico en nitratos, produce efectos positivos regulados por la producción y biodisponibilidad de NO a través de la vía no enzimática (nitrato-nitrito-NO). Esto da lugar a una serie de acciones cardiovasculares y metabólicas, mediadas por la modulación de la producción y degradación de especies reactivas de oxígeno (ROS), beneficiando así la función

endotelial. Por tanto, el consumo de remolacha, en combinación con una dieta hipocalórica, podría ser una estrategia prometedora para reducir la prevalencia de obesidad y mejorar las funciones vasculares y cognitivas en individuos con sobrepeso (21).

Rendimiento deportivo y metabolismo durante el ejercicio físico

Como se describió, la remolacha desempeña un papel significativo en la regulación de las funciones metabólicas y circulatorias. Este tubérculo actúa como precursor en la producción de óxido nítrico (NO), un potente vasodilatador que también contribuye al metabolismo oxidativo en la mitocondria, mejorando así la ejecución de funciones motoras durante el ejercicio físico (22).

Durante el ejercicio de moderada y alta intensidad, predomina el metabolismo oxidativo, que requiere grandes cantidades de energía para sostener la demanda física. En este tipo de actividad, se observa un aumento considerable del flujo sanguíneo y un mayor intercambio de calcio intracelular en las fibras musculares tipo II, ubicadas en el músculo esquelético. Este aumento potencia el mecanismo contráctil y la fuerza durante el ejercicio (23).

Numerosos estudios han evaluado el impacto de la administración de remolacha concentrada en el rendimiento físico de los atletas. En un estudio realizado por Nyakayiru J. *et al.* (23), una dosis de 140 mL de remolacha incrementó el rendimiento de los atletas en un 3,9% (23).

De manera similar, Wylie L.J. *et al.* (24), en un estudio doble ciego, aleatorizado y controlado con placebo, encontraron que una cantidad de 490 mL de jugo de remolacha azucarera mejoró el rendimiento de los sujetos en un 4,2% durante ejercicios de alta y moderada intensidad.

Aunque estos estudios sugieren que la remolacha puede ser beneficiosa para el rendimiento

deportivo, aún no existen datos suficientes para determinar una dosis única y estandarizada que maximice este impacto. Es importante destacar que, dado que la remolacha es un producto orgánico, los efectos adversos reportados han sido predominantemente gastrointestinales y no han impedido su uso en atletas. Sin embargo, se requiere un estudio continuado para estandarizar su uso en atletas de diversos deportes.

Beneficios cognitivos

Dada su alta concentración de nitratos, particularmente óxido nítrico (NO), desempeña un papel crucial en la regulación del flujo sanguíneo cerebral (25). Este compuesto puede potencialmente mejorar la función cognitiva, incluyendo la memoria, la concentración y la claridad mental (26).

Además, la remolacha es rica en antioxidantes y compuestos antiinflamatorios, los cuales podrían ofrecer beneficios significativos para la salud cerebral a largo plazo.

Para ilustrar esta idea, se puede partir del tratamiento de una enfermedad muy prevalente como la enfermedad de Alzheimer, que depende principalmente de la farmacoterapia. Sin embargo, desde hace varios años se observa un creciente interés en los nutraceuticos, es decir, alimentos funcionales con una variedad de beneficios para la salud. Como se plantea en numerosos artículos científicos, la remolacha puede constituir una alternativa interesante en la prevención de enfermedades neurodegenerativas (27). Un estudio publicado en 2022 investigó los efectos de la remolacha en la función cognitiva y las alteraciones neuroquímicas en ratas con enfermedad de Alzheimer inducida por escopolamina. Los resultados sugieren que la remolacha podría prevenir la disfunción cognitiva y mejorar la memoria mediante la modulación de enzimas purinérgicas, la actividad de la monoaminoxidasa (MAO) y la de

la enzima convertidora de angiotensina (ACE), así como la mejora del estado antioxidante neuronal (28).

Aplicaciones en oncología

Los pacientes sometidos a tratamientos oncológicos a menudo enfrentan efectos secundarios como debilidad, insomnio, depresión y dificultades cognitivas. Se ha planteado que la inclusión de remolacha en una dieta saludable podría ser beneficiosa en el tratamiento del cáncer. La remolacha es rica en polifenoles, flavonoides, nitratos y otros nutrientes esenciales, lo que podría proporcionar un enfoque integral para la prevención del cáncer y la mitigación de los efectos adversos asociados con la quimioterapia (29).

Producción de biocombustibles como otro de los subproductos de la remolacha azucarera

Aunque la revisión planteada se encuentra centrada en los aspectos nutricionales de la remolacha azucarera en especial por su alto contenido de azúcares, es de destacar que ésta también puede ser utilizada como materia prima para la producción de distintos tipos de biocombustibles a partir de sus residuos, destacando especialmente la pulpa y la melaza. Estos residuos orgánicos pueden ser aprovechados mediante la digestión anaeróbica (30).

Entre estos biocombustibles destaca el proceso para obtener bioetanol a partir de residuos agroalimentarios de la remolacha. Comienza con la digestión anaeróbica realizada en un digestor hermético bajo condiciones controladas. Este proceso produce digestato. Posteriormente, el jugo de remolacha, junto con levadura estándar, se fermenta para convertir los azúcares en etanol. El etanol se somete a destilación y rectificación, seguido de una deshidratación con tamices

moleculares para eliminar el exceso de agua y obtener un producto de alta calidad. Los subproductos generados durante este proceso pueden ser utilizados para la producción de fertilizantes, entre otros (31).

Este aprovechamiento de residuos contribuye a la generación de energía a partir de otros biocombustibles como biogás, biodiésel y otros productos, promoviendo el desarrollo sostenible y la economía circular. Favorece la producción y el consumo responsable de recursos, reduce la dependencia de combustibles fósiles al aprovechar la energía obtenida de residuos y ayuda a combatir el cambio climático al disminuir las emisiones asociadas con una gestión inadecuada de residuos orgánicos y combustibles fósiles (30).

Finalmente, la remolacha azucarera, además de Colombia, se ha cultivado en otros países de Latinoamérica, como Chile, donde constituye una fuente fundamental para la industria azucarera y se cultiva en zonas templadas, en especial al sur del país. En Argentina, se ha introducido con éxito en el Valle Medio de Río Negro; en Perú, en zonas del altoandino (32); y en México se exploran opciones como el Valle de Mexicali y Sinaloa (33). Sin embargo, se requieren más estudios, en especial ensayos clínicos, para confirmar los beneficios de la remolacha azucarera con respecto a la caña de azúcar, lo que constituye una de las limitaciones que presentó esta revisión.

Conclusiones

La Beta vulgaris subespecie vulgaris var. altissima es una variedad de remolacha con múltiples aplicaciones entre las que se destaca su uso en la producción industrial de azúcar. Aunque se han identificado diversos beneficios para la salud derivados de su contenido de antioxidantes, su papel como edulcorante natural continúa siendo objeto de debate. Por lo tanto, la remolacha azucarera puede constituir una alternativa viable al azúcar refinado, ya que aporta minerales, azúcares y antioxidantes a la dieta (34), además de permitir la obtención de productos y subproductos derivados de su refinación, como melaza, azúcar morena y azúcar refinada. Estos usos adquieren especial relevancia en países que han destinado la caña de azúcar a la producción de biocombustibles y no a la producción de alimentos. Además, se ha identificado la necesidad de realizar más investigaciones en América Latina, particularmente en Colombia, para explorar más a fondo los beneficios, propiedades y características específicas de la remolacha azucarera en este contexto regional.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer a las Dras. Juanita Mosquera Huertas y Nancy Manuela Manrique Lasso por su colaboración en la revisión de este manuscrito.

Referencias

1. Rattin J, Echarte M, Barrera L, Tognetti J, Di Benedetto A. Las multifacéticas remolachas: una reevaluación de sus posibilidades productivas a la luz de los conocimientos actuales. *RIA Rev Investig Agropecu*. 2022; 48(1): 24-40.
2. Fuentes-Barría H, Muñoz Peña D, Aguilera Eguía R, González Wong C. Influence of the bioactive compounds of beetroot (*Beta vulgaris* L.) on the cardioprotective effect: a narrative review. *Rev Chil Nutr*. 2018; 45(2): 178-182.
3. Hamed S, Honarvar M. *Beta vulgaris*: a mini review of traditional uses in Iran, phytochemistry and pharmacology. *Curr Drug Discov Technol*. 2019; 16(1): 74-81.
4. Gómez Cipriano J, Zafra Rojas Q, Cruz Cansino N, Martínez Román M, Ramírez Moreno E, García Rosales R. Uso del betabel (*Beta vulgaris*) como tratamiento alternativo en la anemia ferropénica. *Bol Cient Inst Cienc Salud Univ Auton Estado Hidalgo*. 2022; 10(20): 160-166.
5. Sepide M. Chemistry and pharmacological effect of *Beta vulgaris*: a systematic review. *Der Pharm Lett*. 2016; 8(19): 404-409.
6. Liliana C, Oana-Viorela N. Red beetroot: composition and health effects - a review. *J Nutr Med Diet Care*. 2020; 5(2): 1-9.
7. Güçlü M. Sugar cane vs sugar beet. (Revisado el 17 de agosto de 2024) Disponible en: <https://suchaquality.com/sugar-cane-vs-sugar-beet/>
8. Montes-García N, Cisneros-López E, Díaz-Franco A, et al. Remolacha azucarera (*Beta vulgaris* L.) como cultivo alternativo en el noreste de Tamaulipas, México: factores agrotecnológicos. *Agric Soc Desarro*. 2020; 17: 547-568.
9. Kurhade A, Prasanth C, Patil V, Kumar B. Sugarcane v/s sugar beet: which is a better option? En: *Beta vulgaris*. Integrated Publications; 2023. p. 229-245.
10. López M. Balance de nutrientes en la remolacha azucarera [tesis de pregrado]. Valladolid: Universidad de Valladolid; 2016.
11. Casanova A, Guevara N, Marcillo L. Desarrollo de gomas a base de remolacha (*Beta vulgaris*) fortificadas con hierro y enriquecidas con vitamina C. En: Ayala-Burbano P, Eraso Angulo R, editores. *Perspectivas actuales en investigación e innovación en salud desde un enfoque multidisciplinar*. San Juan de Pasto: Editorial Unimar; 2024. p. 43-58.
12. Cardoso AI, Magro FO, Oliveira Júnior MX, Abrahão C, Tavares AE, Fernandes DM. Accumulation of macronutrients in beetroot plant. *Hortic Bras*. 2016; 35(3): 162-167.
13. U.S. Department of Agriculture Agricultural Research Service. Beets, raw [revisado 22 ago 2026]. Disponible en <https://fdc.nal.usda.gov/food-details/2685576/nutrients>
14. Mirmiran P, Houshialsadat Z, Gaeini Z, Bahadoran Z, Azizi F. Functional properties of beetroot (*Beta vulgaris*) in management of cardio-metabolic diseases. *Nutr Metab*. 2020; 17: 3.
15. Aliahmadi M, Amiri F, Bahrami LS, Hosseini AF, Abiri B, Vafa M. Effects of raw red beetroot consumption on metabolic markers and cognitive function in type 2 diabetes patients. *J Diabetes Metab Disord*. 2021; 20(1): 673-682.
16. Hobbs DA, Kaffa N, George TW, Methven L, Lovegrove JA. Blood pressure-lowering effects of beetroot juice and novel beetroot-enriched bread products in normotensive male subjects. *Br J Nutr*. 2012; 108(11): 2066-2074.
17. Bonilla Ocampo DA, Paipilla AF, Marín E, Vargas-Molina S, Petro JL, Pérez-Idárraga A. Dietary nitrate from beetroot juice for hypertension: a systematic review. *Biomolecules*. 2018; 8(4): 134.
18. Jajja A, Sutyarjoko A, Lara J, et al. Beetroot supplementation lowers daily systolic blood pressure in older, overweight subjects. *Nutr Res*. 2014; 34(10): 868-875.
19. Eggebeen J, Kim-Shapiro DB, Haykowsky M, et al. One week of daily dosing with beetroot juice improves submaximal endurance and blood pressure in older patients with heart failure and preserved ejection fraction. *JACC Heart Fail*. 2016; 4(6): 428-437.
20. Abdo EM, Shaltout OES, Ali S, Mansour HMM. A functional orange juice fortified with beetroot by-products attenuates hyperlipidemia and obesity induced by a high-fat diet. *Antioxidants (Basel)*. 2022; 11(3): 457.
21. Alharbi M, Chiurazzi M, Nasti G, Muscariello E, Mastantuono T, Koechl C, et al. Caloric restriction plus high-nitrate beetroot juice does not amplify caloric restriction-induced metabolic adaptation and improves vascular and cognitive functions in overweight adults: a 14-day pilot randomised trial. *Nutrients*. 2023; 15(4): 890.
22. Domínguez R, Maté-Muñoz JL, Cuenca E, et al. Effects of beetroot juice supplementation on intermittent high-intensity exercise efforts. *J Int Soc Sports Nutr*. 2018; 15(1): 1-12.

23. Nyakayiru J, Jonvik K, Trommelen J, et al. Beetroot juice supplementation improves high-intensity intermittent type exercise performance in trained soccer players. *Nutrients*. 2017; 9(3): 314.
24. Wylie LJ, Mohr M, Krstrup P, et al. Dietary nitrate supplementation improves team sport-specific intense intermittent exercise performance. *Eur J Appl Physiol*. 2013; 113(7): 1673-1684.
25. Capper TE. Ageing, dietary nitrate and whole beetroot consumption: acute and long-term effects on metabolic, vascular and cognitive function [tesis doctoral]. Newcastle: Newcastle University; 2019.
26. Petrie M, Rejeski WJ, Basu S, et al. Beet root juice: an ergogenic aid for exercise and the aging brain. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2017; 72(9): 1284-1289.
27. Szymański J, Sz wajgier D, Baranowska-Wójcik E. The role of beetroot ingredients in the prevention of Alzheimer's disease. *Appl Sci*. 2023; 13(2): 1044.
28. Olasehinde TA, Oyeleye SI, Ibeji CU, Oboh G. Beetroot supplemented diet exhibit anti-amnesic effect via modulation of cholinesterases, purinergic enzymes, monoamine oxidase and attenuation of redox imbalance in the brain of scopolamine-treated male rats. *Nutr Neurosci*. 2022; 25(5): 1011-1025.
29. Tan ML, Hamid SBS. Beetroot as a potential functional food for cancer chemoprevention: a narrative review. *J Cancer Prev*. 2021; 26(1): 1-17.
30. Genia Bioenergy. Cómo producir biogás a partir de residuos de la remolacha [Internet]. 2025 [revisado el 13 jun 2026]. Disponible en: <https://geniabioenergy.com/biogas-a-partir-de-residuos-de-remolacha/>
31. Otero C. Sobre los derivados de la caña de azúcar [Internet]. 2025 [revisado 13 jun 2026]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223120661004>
32. FAOSTAT. Crops and livestock products: Sugar beet production in South America. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2023.
33. Sánchez AD, Vázquez RJA, Montes GN, Cuellar VEJ. Evaluación de la capacidad productiva de diez genotipos de remolacha azucarera en el norte de México. En: V Reunión Nacional de Investigación Agrícola; 2010; Campeche, México.
34. Stoica F, Râpeanu G, Rațu RN, et al. Red beetroot and its by-products: a comprehensive review of phytochemicals, extraction methods, health benefits, and applications. *Agriculture*. 2025; 15(3): 270.