

CIENCIA

DETRÁS DE LOS LÁCTEOS



CIENCIA DETRÁS DE LOS LÁCTEOS

La Buena
Nu**rición**

La Buena **Nu** **trición**

EDITORIAL

Los lácteos han acompañado a la humanidad durante milenios, formando parte esencial de la alimentación en diversas culturas. En las últimas décadas, su papel en la salud y la nutrición ha sido objeto de intensos debates, donde convergen evidencia científica, percepciones culturales y creencias populares. En este contexto, se vuelve imprescindible comprender, desde una mirada rigurosa y actualizada, qué son realmente los lácteos y qué aportan a nuestra salud y al equilibrio de nuestro entorno.

La ciencia detrás de los lácteos es una recopilación de artículos que nace con ese propósito. Esta obra ofrece al lector una exploración clara y fundamentada sobre los aspectos más relevantes de los lácteos: su composición nutricional, sus efectos metabólicos, su impacto en distintas etapas de la vida y su relación con enfermedades crónicas no transmisibles. También se abordan temas claves como los beneficios funcionales de los lácteos, el rol de la grasa láctea en la salud, el vínculo entre proteínas y masa muscular, la interacción entre calcio y hierro, la importancia de micronutrientes como la vitamina D, las propiedades de la leche en la inducción del sueño, y su asociación directa con el crecimiento en estatura en niños.

A través de capítulos elaborados por expertos en nutrición, esta recopilación invita a una lectura crítica que va más allá de mitos y opiniones. No busca persuadir, sino informar, educar y abrir espacio a un diálogo basado en ciencia, no en prejuicios.

En un mundo donde la información circula con rapidez, pero no siempre con precisión, esta obra propone detenerse, reflexionar y comprender el porqué de muchas recomendaciones nutricionales actuales. Porque detrás de cada vaso de leche, cada yogur o cada porción de queso, hay ciencia. Y esa ciencia merece ser conocida.

Dra. Youmi Paz Olivas

Doctora en Nutrición y Alimentos

CONTENIDO

01



**CIENCIA DETRÁS DE LOS
LÁCTEOS: EVIDENCIA,
NUTRICIÓN Y SALUD**
pág..... 06

02



**BENEFICIOS DE LOS
LÁCTEOS**
pág..... 14

03



**¿POR QUÉ HABLAR HOY
DE LA GRASA LÁCTEA?**
pág..... 22

04



**PROTEÍNAS Y MASA
MUSCULAR: CARNE VS.
LECHE**
pág..... 34

05



**INTERACCIÓN CALCIO –
HIERRO EN UNA MATRIZ
LÁCTEA**
pág..... 45

06



**IMPORTANCIA DEL
CALCIO, VITAMINA D Y
OTROS NUTRIENTES EN
LA OSTEOPOROSIS**
pág..... 53

07



**PROPIEDADES DE LA
LECHE EN LA INDUCCIÓN
AL SUEÑO**
pág..... 63

08



**CONSUMO DE LECHE
DE VACA: ASOCIACIÓN
DIRECTA CON EL
CRECIMIENTO EN
ESTATURA EN NIÑOS**
pág..... 75

CIENCIA DETRÁS DE LOS LÁCTEOS: EVIDENCIA, NUTRICIÓN Y SALUD



Youmi Paz Olivas

Nutricionista y Dietista. Magister en Nutrición Humana. Doctora en Nutrición y Alimentos.

RESUMEN

Hoy más que nunca, las redes sociales influyen en cómo comemos. Entre opiniones virales, mitos sin evidencia y modas pasajeras, muchos han comenzado a evitar alimentos fundamentales, como los lácteos, sin saber el impacto que esto puede tener en su salud. La leche, el yogur y el queso no son solo parte de nuestra cultura alimentaria: son pilares nutricionales respaldados por décadas de investigación científica.

Este artículo reúne la evidencia actual que confirma los beneficios reales del consumo de lácteos. Lejos de lo que se dice en internet, estos productos aportan todos los grupos de nutrientes necesarios para una buena nutrición como: proteínas completas y de alta calidad, más de 400 tipos de ácidos grasos que incluye ácidos grasos beneficiosos para el colon y otros asociados a menor incidencia de diabetes tipo 2, carbohidratos como la lactosa que es mucho más que un azúcar de la leche: ayuda a absorber mejor el calcio, contribuye a la saciedad, tiene bajo impacto en la salud dental y cumple un rol prebiótico que favorece la salud intestinal, contiene vitaminas del grupo B, muchos lácteos son fortificados con vitamina A y D y minerales como el fósforo, el calcio y otros nutrientes en formas que el cuerpo absorbe con facilidad. Su valor va mucho más allá del contenido calórico.

Los productos fermentados, como el yogur y el queso madurado, aportan beneficios adicionales por su efecto positivo sobre la microbiota intestinal y el metabolismo. Incluso en sus versiones enteras, se asocian a un mejor control del peso y a menor riesgo de enfermedades metabólicas como la diabetes tipo 2.

Además, no hay evidencia científica que demuestre que los lácteos generen flema, inflamación o efectos negativos en personas sanas. En síntesis: frente a la desinformación, vale la pena volver a lo básico, pues los lácteos siguen siendo alimentos completos, seguros, nutritivos y sostenibles, especialmente cuando se consumen como parte de una dieta equilibrada y basada en evidencia.

Palabras clave: lácteos, nutrición, salud metabólica, sostenibilidad, evidencia científica

INTRODUCCIÓN

Desde las primeras domesticaciones animales, los lácteos han formado parte integral de la alimentación humana, no solo como fuente directa de energía y nutrientes, sino como elementos culturales y económicos fundamentales en distintas civilizaciones. En la actualidad, su relevancia va más allá del plano nutricional, posicionándose como actores clave en el debate sobre salud pública, calidad dietética y sostenibilidad ambiental.

Posicionándose como un actor clave en el debate sobre salud pública, calidad dietética y sostenibilidad ambiental.

El perfil nutricional de la leche la convierte en una matriz compleja y completa.

La leche es un alimento de alta densidad nutricional y, desde una perspectiva bioquímica y funcional, constituye una matriz alimentaria completa. Su perfil incluye proteínas de alto valor biológico, que aportan todos los aminoácidos esenciales en proporciones adecuadas para las necesidades humanas; carbohidratos como la lactosa, cuya función va más allá del aporte energético, al facilitar la absorción intestinal de calcio y magnesio a través de la fermentación colónica y la reducción del pH luminal (1).

En cuanto a su fracción lipídica, la leche contiene más de 400 tipos de ácidos grasos saturados y monoinsaturados, fosfolípidos y otros compuestos bioactivos, como el ácido linoleico conjugado (CLA), los cuales han mostrado ejercer efectos moduladores sobre la inflamación, el metabolismo lipídico y la composición corporal, especialmente cuando son consumidos en el contexto de productos fermentados. Así mismo la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) en un informe integrador sobre lácteos señaló que la evidencia científica no apoya la noción de que el consumo de lácteos enteros contribuye a la obesidad o al riesgo cardiometabólico en la población general (2,3).

Además, la leche es fuente significativa de micronutrientes esenciales, entre los que destacan el calcio, fósforo, potasio y vitaminas liposolubles (A, D) e hidrosolubles del complejo B (especialmente B2 y B12). Esta combinación de nutrientes, en una matriz con elevada biodisponibilidad, convierte a la leche en un alimento estratégico para contribuir al cumplimiento de los requerimientos



nutricionales en diferentes etapas del ciclo vital, particularmente en la infancia, adolescencia, embarazo y vejez (1). Su biodisponibilidad es especialmente valiosa en etapas de alta demanda fisiológica, como la niñez, adolescencia, embarazo, lactancia y envejecimiento. Además, la transformación tecnológica de la leche ha diversificado su oferta, permitiendo su conservación, transporte y adaptación a distintos contextos dietéticos.

Este artículo examina críticamente la evidencia científica reciente sobre la composición y beneficios de los productos lácteos y su papel en la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles.

COMPOSICIÓN Y VALOR NUTRICIONAL

La leche es una emulsión natural rica en macro y micronutrientes. Entre los más relevantes se encuentran:

- **Proteínas:** Aportan proteínas de alta biodisponibilidad (caseínas y proteínas del suero). Se ha demostrado que las proteínas de la leche y los péptidos bioactivos resultantes de su hidrolisis enzimática ayudan al mantenimiento de sus diversas funciones fisiológicas y bioquímicas. Las principales acciones incluyen mejoramiento del rendimiento físico, mejora en la absorción de otros nutrientes, prevención de atrofia muscular, manejo de la saciedad y el peso, entre otros. (4)
- **Lactosa:** Un disacárido formado por glucosa y galactosa es el principal carbohidrato de la leche; la leche de vaca contiene aproximadamente 5 g de lactosa por cada 100 g. Además de proporcionar energía, la lactosa (junto con los oligosacáridos de la leche) favorece el crecimiento, ayuda a suavizar las heces y mejora la absorción de agua, sodio y calcio. (5) además contribuye a la saciedad, tiene bajo impacto en la salud dental y cumple un rol prebiótico que favorece la salud intestinal (6). Aunque algunas personas presentan intolerancia a la lactosa, la mayoría conserva al menos cierta capacidad de digerirla, y estudios recientes muestran que pequeñas cantidades pueden ser bien toleradas, especialmente cuando se consumen junto con otros alimentos (7).

- **Minerales:** Los lácteos aportan calcio, fósforo y potasio, esenciales para la salud ósea, la función muscular y el control de la presión arterial. El calcio también participa en la regulación lipídica y puede contribuir al control del peso corporal. La biodisponibilidad de estos minerales en la matriz láctea favorece su absorción y aprovechamiento fisiológico (8)
- **Vitaminas:** Destacan la riboflavina (B2), cobalamina (B12), vitamina A y, en leches fortificadas, vitamina D. Estas vitaminas intervienen en procesos claves como la producción de energía, la formación de glóbulos rojos, la función inmunológica y la salud ósea. Su presencia en los lácteos facilita su incorporación en dietas equilibradas, especialmente en etapas de alta demanda nutricional. (9)

Estos nutrientes se encuentran en una matriz alimentaria que favorece su absorción y utilización en el organismo. Estudios de modelado dietético han demostrado que la inclusión de al menos 2 a 3 porciones de lácteos por día mejora significativamente la adecuación nutricional, especialmente en poblaciones vulnerables, como niños, adolescentes, adultos mayores y mujeres embarazadas (9).

El yogur, en particular, ha sido relacionado con un mejor perfil dietético general, menor consumo de azúcares añadidos y menor prevalencia de deficiencias en micronutrientes críticos, como calcio, magnesio y vitaminas del grupo B (10).

EVIDENCIA CIENTÍFICA EN SALUD HUMANA

Salud ósea

El consumo de lácteos, por su aporte de calcio, fósforo, vitamina D (en versiones fortificadas) y proteínas, contribuye al desarrollo y mantenimiento de la densidad mineral ósea. Estudios longitudinales han demostrado que niños y adolescentes que consumen cantidades adecuadas de lácteos alcanzan una mayor masa ósea pico, lo que se asocia con un menor riesgo de fracturas en la adultez. En adultos mayores, su ingesta regular se vincula con una disminución del riesgo de fracturas osteoporóticas (11).

Revisión estadística de ensayos clínicos controlados mostró que la suplementación con lácteos durante la infancia y adolescencia aumentó significativamente el contenido mineral óseo y la densidad mineral; *Bone Mineral Content* (BMC) y *Areal Bone Mineral Density* (aBMD), especialmente en cadera, columna lumbar y cuello femoral. También mejoró biomarcadores óseos como IGF-I y redujo la hormona paratiroidea (12).

Composición corporal y obesidad

Lejos de promover la ganancia de peso, varios estudios epidemiológicos y ensayos clínicos han encontrado una asociación inversa entre el consumo de lácteos y la

adiposidad central. Productos como el yogur y el queso entero, tradicionalmente considerados “grasos”, han demostrado tener un impacto neutro o incluso beneficioso en el control del peso, posiblemente por su capacidad saciante y su efecto en la microbiota intestinal (13). De manera complementaria, ensayos clínicos han mostrado que la suplementación con calcio, solo o en combinación con vitamina D, puede favorecer la reducción de la grasa visceral abdominal en personas con sobrepeso y obesidad (13,14); mientras que revisiones sistemáticas recientes señalan un efecto modesto pero consistente del calcio en la disminución de la masa grasa corporal (15).

El calcio desempeña funciones fisiológicas en la regulación del peso corporal y la distribución de la grasa. En primer lugar, una ingesta adecuada reduce la concentración intracelular de calcio en el adipocito, lo que favorece la lipólisis e inhibe la lipogénesis, mecanismo que ha sido vinculado con la reducción de grasa visceral abdominal en adultos con sobrepeso y obesidad suplementados con calcio y vitamina D (13). En segundo lugar, el calcio dietético puede unirse a ácidos grasos y biliares en el intestino, formando jabones insolubles, disminuyendo así la absorción de grasas y favoreciendo un balance energético negativo (16). Finalmente, el calcio también se asocia con un mayor gasto energético y oxidación de lípidos, además de promover la saciedad, lo que contribuye a un mejor control del peso (17,18).

Diabetes tipo 2 y salud metabólica

Metaanálisis recientes revelan que un mayor consumo de lácteos, en particular fermentados, se asocia con una menor incidencia de diabetes tipo 2. Los mecanismos propuestos incluyen una mejora en la sensibilidad a la insulina, el control glucémico y una modulación favorable de la microbiota intestinal (19). Para enfermedades cardiovasculares, la evidencia apunta a un efecto mayormente neutro o levemente protector, especialmente en productos fermentados y no azucarados.

En este contexto, el calcio proveniente de los lácteos desempeña un papel importante en varios procesos metabólicos relacionados con la regulación de la glucosa. Por un lado, participa en la secreción de insulina al facilitar la entrada de calcio en las células β del páncreas (20). Además, mejora la sensibilidad a la insulina en tejidos como el músculo y el hígado, al influir en rutas de señalización que dependen del calcio. También ayuda a reducir la resistencia a la insulina al disminuir la formación de grasa (lipogénesis) y favorecer su descomposición (lipólisis) en las células grasas, lo que reduce la acumulación de grasa en órganos donde no debería estar, una condición que suele estar asociada a trastornos metabólicos (21, 22).

Estos mecanismos ayudan a explicar por qué diversos estudios epidemiológicos han encontrado que una mayor ingesta de calcio se asocia con un menor riesgo de desarrollar diabetes tipo 2 (20).

Estos mecanismos ayudan a explicar por qué diversos estudios epidemiológicos han encontrado que una mayor ingesta de calcio se asocia con un menor riesgo de desarrollar diabetes tipo 2 (18).

Por otro lado, se publicó en el *Journal of the American College of Cardiology* una revisión sobre las grasas saturadas y la salud donde concluyeron que varios alimentos relativamente ricos en saturados –como los lácteos enteros, el chocolate negro o la carne no procesada– no se asocian con mayor riesgo de ECV ni de diabetes en la evidencia epidemiológica disponible. (3)

Inflamación, flema y percepciones erróneas

Aunque muchas personas creen que la leche genera flemas o empeora los síntomas respiratorios, los datos científicos indican lo contrario: no hay evidencia de aumento en mucosidad, ni en tos, ni en congestión nasal tras consumir leche. Las sensaciones que se atribuyen a esta relación son más bien perceptuales y debidas a la textura de la leche. Solo quienes tienen alergia verdadera a sus proteínas podrían observar reacciones respiratorias. En general, evitar los lácteos por esta razón puede ser contraproducente desde el punto de vista nutricional. La literatura científica no respalda la idea de que la leche aumente la producción de flema ni cause inflamación sistémica. Estudios clínicos controlados han demostrado que la leche no altera los marcadores inflamatorios en adultos sanos, e incluso puede reducirlos en ciertos contextos metabólicos (23, 24).

FAO Y SU ROL EN GUÍAS ALIMENTARIAS SOBRE LOS LÁCTEOS

La *Food Agriculture Organization* (FAO) destaca que los productos lácteos representan soluciones nutricionales clave en la lucha contra la desnutrición, especialmente en contextos vulnerables y en desarrollo.

En su publicación *Milk and Dairy Products in Human Nutrition*, afirma que: La leche y los derivados lácteos constituyen fuentes eficientes de energía, proteínas de alta calidad y micronutrientes críticos como calcio, vitaminas del grupo B y vitamina D esenciales para la salud esquelética en la infancia y adolescencia, con evidencia adicional que sugiere un rol sinérgico de los probióticos presentes en productos fermentados, que son difíciles de obtener en dietas predominantemente basadas en cereales o almidones (25).

CONCLUSIONES

En tiempos donde la desinformación se propaga con la misma rapidez que las tendencias, resulta imprescindible volver a lo esencial: a la ciencia, al equilibrio y a la verdad nutricional. Los productos lácteos, en sus diversas formas, no son

simplemente una tradición alimentaria: son una fusión evolutiva de nutrientes fundamentales, cuidadosamente diseñados por la naturaleza y perfeccionados por el conocimiento humano.

Frente a discursos que los desacreditan, existe una base científica sólida y coherente que respalda su rol como pilares nutricionales. Contribuyen al bienestar óseo, metabólico, digestivo y sistémico gracias a su matriz alimentaria única, su alta biodisponibilidad y su versatilidad tecnológica. Estos atributos los posicionan como aliados estratégicos en una alimentación moderna, saludable y sostenible.

Prescindir de los lácteos sin razones médicas fundadas no es un acto de modernidad, sino de desconexión con la ciencia. Decidir bien lo que comemos requiere más que seguir voces populares; requiere comprender la sinergia de la evidencia y su impacto real en la salud.

En definitiva, la leche, el yogur y el queso no solo alimentan el cuerpo: representan una intersección virtuosa entre nutrición, tecnología y salud pública. Revalorarlos es, también, reeducarnos. Y en esa tarea, el conocimiento riguroso es nuestra herramienta más poderosa.

REFERENCIAS

1. Givens DI. Dairy foods, obesity and metabolic health: the role of the food matrix compared with single nutrients. *Adv Nutr.* 2018;9(1):1–9. doi:10.1093/advances/nmx002.
2. MRC Epidemiology Unit. Markers of dairy fat consumption linked to lower risk of type 2 diabetes [Internet]. Cambridge: University of Cambridge; 2018 Oct 10 [citado 2025 Ago 6]. Disponible en: <https://www.mrcepid.cam.ac.uk/blog/2018/10/10/markers-dairy-fat-consumption-type-2-diabetes/>
3. Siri-Tarino PW, Krauss RM, et al. Saturated fats and health: a reassessment and proposal for food-based recommendations [Internet]. *J Am Coll Cardiol.* 2020;76(7):844–57 [citado 2025 Ago 6]. Disponible en: <https://www.jacc.org/doi/abs/10.1016/j.jacc.2020.05.077>
4. Hambraeus L. Nutritional aspects of milk. In: Fox PF, McSweeney PLH, editors. *Advanced Dairy Chemistry. Volume 1: Proteins.* 3rd ed. New York: Springer; 2003. p. 605–30.
5. Hernández-Ledesma B, Ramos M, Gómez-Ruiz JA. Bioactive components of ovine and caprine cheese whey. *Small Rumin Res.* 2011;101:196–204.
6. The Role of Milk Components, Pro-, Pre-, and Synbiotic Foods in Calcium Absorption and Bone Health Maintenance. *Front Nutr.* 2020;7:578702. doi:10.3389/fnut.2020.578702.
7. Paz Olivas Y. Síntomas de intolerancia a la lactosa en consumidores de leche deslactosada comparada con la leche sin lactosa del Hospital Hipólito Unanue - 2018 [Internet]. [citado 2025 Ago 6]. Disponible en: <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/211207eb-fd49-4ee9-b788-329864f574bb/content>
8. Y Miller GD, Kanter M, Rycken L, Comerford KB, Gardner NM, Brown KA. Food systems transformation for child health and well-being: the essential role of dairy. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(19):10535.
9. Ortega RM, González-Rodríguez LG, Jiménez Ortega AI, Perea Sánchez JM, Bermejo López LM. Implicación del consumo de lácteos en la adecuación de la dieta y de la ingesta de calcio y nutrientes en niños españoles. *Nutr Clin.* 2012;32(2):32–40.

10. Babio N, Mena-Sánchez G, Salas-Salvadó J. Más allá del valor nutricional del yogur: ¿un indicador de la calidad de la dieta? *Nutr Hosp.* 2017;34(Supl 4):1–8. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112017001000006
11. Muñoz Torres M, Muñoz Garach A. Productos lácteos suplementados y salud ósea. *Nutr Hosp.* 2018;35(5):Epub 2020. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112017001000006
12. Rodríguez Huertas J, Rodríguez Lara A, González Acevedo O, Mesa MD. Leche y productos lácteos como vehículos de calcio y vitamina D: papel de las leches enriquecidas. *Nutr Hosp.* 2019;36(4):881–9. doi:10.20960/nh.02570
13. Fuentes C, Morales G, Valenzuela R. Consumo de lácteos y prevención de sobrepeso u obesidad: una revisión de la evidencia actual. *Rev Chil Nutr.* 2021;48(6):1002–15. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182021000600942
14. Rosenblum JL, Castro VM, Moore CE, Kaplan LM. Calcium and vitamin D supplementation is associated with decreased abdominal visceral adipose tissue in overweight and obese adults [Internet]. *Am J Clin Nutr.* 2012;95(1):101–8 [citado 2025 Ago 17]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22170363/>
15. Zhu W, Cai D, Wang Y, Lin N, Hu Q, Qi Y, et al. Calcium plus vitamin D3 supplementation facilitated fat loss in overweight and obese college students with very-low calcium consumption: a randomized controlled trial [Internet]. *Nutr J.* 2013;12(1):1–8 [citado 2025 Ago 18]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23297844/>
16. Cormick G, Ciapponi A, Harbron J, Perez SM, Vazquez P, Rivo J, et al. Calcium supplementation for people with overweight or obesity. *Cochrane Database Syst Rev.* 2024;2024(5).
17. Zhu W, Cai D, Wang Y, Lin N, Hu Q, Qi Y, et al. Calcium plus vitamin D3 supplementation facilitated fat loss in overweight and obese college students with very-low calcium consumption: a randomized controlled trial [Internet]. *Nutr J.* 2013;12(1):1–8 [citado 2025 Ago 17]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23297844/>
18. Matthews Friends. Healthy eating guidelines & weight loss advice for the United Kingdom [Internet]. [citado 2025 Ago 6]. Disponible en: <https://www.matthewsfriends.org/wp-content/uploads/2016/06/Healthy-Eating-Guidelines-Weight-Loss-Advice-For-The-United-Kingdom-PDF.pdf>
19. Duran-Agüero S, Riofrío-Luzcando N, Brito-Córdova GX. Lácteos y su relación con enfermedades crónicas no transmisibles: una revisión. *Rev Chil Nutr.* 2019;46(2):192–200. doi:10.4067/S0717-75182019000200192
20. Jeon J, Jang J, Park K. Effects of consuming calcium-rich foods on the incidence of type 2 diabetes mellitus [Internet]. *Nutrients.* 2018;11(1):31 [citado 2025 Ago 18]. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6357094/>
21. Das S, Choudhuri D. Dietary calcium regulates the insulin sensitivity by altering the adipokine secretion in high fat diet induced obese rats [Internet]. *Life Sci.* 2020;250:117560 [citado 2025 Ago 18]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0024320520303088>
22. Hajhashemy Z, Rouhani P, Saneei P. Dietary calcium intake in relation to type-2 diabetes and hyperglycemia in adults: a systematic review and dose–response meta-analysis of epidemiologic studies [Internet]. *Sci Rep.* 2022;12(1):1–14 [citado 2025 Ago 18]. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41598-022-05144-8>
23. Carrasco G, González A, Muñoz Y. Lácteos y enfermedades inflamatorias. En: Libro de Nutrición y Salud. Santiago: Consorcio Lechero de Chile; 2023. p. 312–27.
24. Wüthrich B, Schmid A, Walther B, Sieber R. Milk consumption does not lead to mucus production or respiratory symptoms. *J Am Coll Nutr.* 2005;24(6 Suppl):547S–55S.
25. Miller GD, Kanter M, Rycken L, Comerford KB, Gardner NM, Brown KA. Food systems transformation for child health and well-being: the essential role of dairy. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(19):10535. doi:10.3390/ijerph181910535

BENEFICIOS NUTRICIONALES Y FUNCIONALES DE LOS LÁCTEOS: EVIDENCIA CIENTÍFICA Y PERSPECTIVAS DE SALUD PÚBLICA



Sylvia Escott-Stump
Nutricionista

MA, RD, LDN. Exdirectora de la pasantía en dietética (DI) en East Carolina University, profesora en la Universidad de Wisconsin (Madison, WI) y consultora para Nutritional Balance.

RESUMEN

Los lácteos contienen una amplia variedad de nutrientes esenciales, incluidos macronutrientes, vitaminas, minerales y compuestos bioactivos con propiedades antioxidantes y antiinflamatorias. Su consumo se ha asociado con beneficios en la prevención de enfermedades crónicas como la obesidad, la diabetes tipo 2, la hipertensión y las enfermedades cardiovasculares. Además, investigaciones recientes destacan el papel de los lácteos fermentados en la salud intestinal, la inmunidad y la reducción del riesgo de fragilidad en adultos mayores. A pesar de las preocupaciones ambientales y la tendencia a disminuir el consumo de alimentos de origen animal, los lácteos siguen siendo una fuente importante de nutrientes difíciles de sustituir en la dieta. Este manuscrito revisa la evidencia científica más actualizada sobre los componentes nutricionales y los efectos del consumo de lácteos, subrayando su relevancia en las guías dietéticas internacionales y su contribución a la salud poblacional.

Palabras claves: Lácteos, propiedades antiinflamatorias, antioxidante, enfermedades crónicas, obesidad.



INTRODUCCIÓN

El consumo de lácteos ha sido históricamente fundamental en diversas culturas como parte de una dieta equilibrada (1). Más allá de su perfil nutricional, en las últimas décadas la investigación se ha intensificado en sus propiedades funcionales, incluidos la actividad antioxidante, los efectos antiinflamatorios y su papel en la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles (2). Esta complejidad funcional se debe a la combinación de nutrientes esenciales con compuestos bioactivos que están presentes de forma natural o se generan durante la fermentación (3). En el ámbito de la salud pública, los lácteos también se consideran una herramienta importante para abordar déficits nutricionales, especialmente en poblaciones vulnerables. Sin embargo, su inclusión en las recomendaciones dietéticas ha sido objeto de debate debido a preocupaciones ambientales, intolerancias alimentarias y percepciones sobre su relación con enfermedades crónicas, lo que hace imprescindible revisar críticamente la evidencia más reciente.

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LOS LÁCTEOS

Los lácteos son una fuente natural de macronutrientes vitales para el organismo. La lactosa, principal carbohidrato de la leche, aporta energía de liberación sostenida y favorece la absorción intestinal de calcio (4). Las grasas lácteas, especialmente las presentes en la leche entera y en productos fermentados, ofrecen ácidos grasos de cadena corta y media, así como lípidos funcionales como los fosfolípidos de membrana globular. En cuanto a las proteínas, tanto la caseína como las proteínas

de suero tienen alto valor biológico, promueven el desarrollo muscular y participan en los procesos de reparación tisular (5).

Desde el punto de vista micronutricional, los lácteos destacan por su riqueza en calcio y fósforo, nutrientes esenciales para la salud ósea. También aportan cantidades significativas de potasio, magnesio, zinc, yodo y selenio (6). En términos vitamínicos, incluyen vitaminas liposolubles como A y D, así como del complejo B, entre las que se encuentran la B12, riboflavina, niacina y ácido pantoténico (7). Esta densidad nutricional convierte a los lácteos en alimentos estratégicos para cubrir los requerimientos diarios de múltiples nutrientes, muchos de los cuales se consideran “nutrientes críticos” o se consumen en cantidades insuficientes en diversas poblaciones (8).

PROPIEDADES ANTIOXIDANTES Y ANTIINFLAMATORIAS

Más allá de sus nutrientes clásicos, los lácteos contienen compuestos con propiedades antioxidantes y antiinflamatorias cada vez más reconocidas. Según Fardet and Rock (9), Componentes como la lactoferrina, péptidos bioactivos derivados de la caseína, el ácido linoleico conjugado (CLA), la coenzima Q10 y las vitaminas liposolubles A y E contribuyen al potencial antioxidante de estos alimentos. Asimismo, enzimas como la superóxido dismutasa y la glutatión peroxidasa, junto con sus cofactores minerales, ayudan a neutralizar las especies reactivas de oxígeno (10).

Estas propiedades son especialmente relevantes dada la implicación del estrés oxidativo y la inflamación de bajo grado en la patogenia de enfermedades crónicas como la diabetes tipo 2, las enfermedades cardiovasculares y ciertos tipos de cáncer (11, 12). Estudios clínicos y revisiones sistemáticas han encontrado que el consumo regular de lácteos puede reducir marcadores inflamatorios como la proteína C reactiva (PCR) y la interleucina-6 (IL-6), contribuyendo a la modulación del sistema inmunitario y a la prevención de patologías (13).

LÁCTEOS Y ENFERMEDADES CRÓNICAS

Obesidad y Composición Corporal

La relación entre el consumo de lácteos y el peso corporal ha sido ampliamente estudiada. Aunque en el pasado se creía que los lácteos enteros podían favorecer el aumento de peso, estudios recientes demuestran lo contrario. Mozaffarian (14) propone evaluar los alimentos en su conjunto, ya que la matriz láctea puede influir en el metabolismo de forma diversa. La combinación de calcio, proteínas y otros componentes bioactivos en los lácteos puede promover la oxidación de

grasas, aumentar la sensación de saciedad y preservar la masa muscular durante la pérdida de peso, resultando en una composición corporal más saludable.

Diabetes Tipo 2

Numerosos estudios observacionales, revisiones sistemáticas y metaanálisis, como Álvarez-Bueno et al. (15), han reportado una asociación inversa entre el consumo de lácteos —especialmente los bajos en grasa y los fermentados— y el riesgo de desarrollar diabetes tipo 2. Dosis efectivas oscilan entre 200 y 400 gramos de lácteos totales al día, con especial énfasis en el yogur. Los mecanismos propuestos incluyen la mejora de la sensibilidad a la insulina, efectos sobre el microbioma intestinal, reducción de la inflamación y mejoría del perfil lipídico.

Hipertensión y Salud Cardiovascular

El alto contenido de potasio y magnesio en los lácteos contribuye al control de la presión arterial. Evidencias procedentes de estudios epidemiológicos, como el del PURE study (16) y Bruno et al. (4) señala que los lácteos enteros, lejos de ser perjudiciales, pueden mejorar el perfil cardiometabólico gracias a los lípidos polares presentes en la membrana globular de la grasa láctea, los cuales disminuyen la absorción intestinal de colesterol y modulan la inflamación. Además, dietas como la DASH recomiendan de dos a tres porciones de lácteos diarios como parte de una estrategia efectiva para la prevención y manejo de la hipertensión.

Salud Ósea

El papel más reconocido de los lácteos es su contribución a la salud ósea, gracias a su densidad en calcio, fósforo, magnesio, vitamina D y proteínas de alta calidad. Rizzoli et al. (17) y Rizzoli & Chevalley (18) indican que La combinación de estos nutrientes favorece la mineralización ósea y reduce el riesgo de fracturas, especialmente en adultos mayores y mujeres posmenopáusicas.

FERMENTACIÓN Y MICROBIOTA

Los lácteos fermentados como el yogur, el kéfir y ciertos quesos contienen bacterias ácido-lácticas que tienen efectos positivos sobre la microbiota intestinal, la inmunidad y el metabolismo (19).

Estos microorganismos, así como los productos resultantes del proceso de fermentación (fermentados), actúan como probióticos o postbióticos, mejorando la integridad de la barrera intestinal, reduciendo la inflamación sistémica y modulando la respuesta inmunitaria (19,20).

Además, su bajo contenido de lactosa los hace mejor tolerados por personas con intolerancia. Estudios como el de Gao et al. (21) demuestran que los lácteos fermentados son funcionales no solo por su microbiota viva, sino también por

sus efectos en la prevención de enfermedades como la diabetes, la obesidad, la hipertensión y ciertos tipos de cáncer. Asimismo, permiten diseñar alimentos funcionales enriquecidos con compuestos como carotenoides (22).

LÁCTEOS Y FRAGILIDAD EN ADULTOS MAYORES

La fragilidad es un síndrome geriátrico que aumenta el riesgo de caídas, hospitalización y mortalidad. Estudios recientes han explorado el papel del consumo de lácteos en la prevención de este síndrome, especialmente en adultos mayores sanos.

El Estudio de Framingham (23) encontró que el consumo de yogur se asoció con un menor riesgo de desarrollar fragilidad, mientras que otros lácteos mostraron asociaciones menos claras.

Por otro lado, el Nurses' Health Study (2) indicó que el consumo regular de leche o yogur no se relacionó directamente con el riesgo de fragilidad, aunque observó una posible asociación con el queso.

En cuanto a intervenciones nutricionales, la co-suplementación con proteína de suero y vitamina D ha demostrado ser efectiva para prevenir la pérdida de masa muscular y funcional en adultos mayores (24), lo que sugiere que la combinación de nutrientes específicos en los lácteos puede ejercer un papel protector frente al envejecimiento.

CONTROVERSIAS Y RECOMENDACIONES DIETÉTICAS

A pesar de sus beneficios, los lácteos han sido objeto de debate por su impacto ambiental y ciertas preocupaciones sanitarias. Algunos estudios, como el de Scialo et al. (25), indican que la leche de vaca puede contener factores de crecimiento como el IGF-1, potencialmente asociados con un mayor riesgo de cáncer de próstata, sin embargo no existe evidencia científica sólida que lo respalde, por el contrario se ha observado que el consumo de lácteos, especialmente fermentados como el yogur, se asocia con un menor riesgo de cáncer colorrectal.

Las guías dietéticas internacionales, revisadas por Comerford et al. (3), reconocen los beneficios nutricionales de los lácteos, pero en muchos casos no actualizan sus recomendaciones considerando nuevos hallazgos sobre su matriz alimentaria, sus propiedades funcionales y los beneficios específicos por tipo de producto. Es necesario revisar dichas recomendaciones para incluir el papel de los lácteos más allá de la ingesta de calcio, evaluando también su impacto en la salud metabólica, la microbiota y el envejecimiento saludable.

CONSIDERACIONES AMBIENTALES Y SUSTITUCIÓN

Las preocupaciones sobre la sostenibilidad han llevado a algunos expertos a recomendar reducir o eliminar alimentos de origen animal, incluidos los lácteos. Sin embargo, eliminar estos alimentos sin sustituciones adecuadas puede agravar déficits nutricionales preexistentes, sobre todo de calcio, vitamina D, vitamina B12, fósforo, riboflavina, zinc y selenio (1).

De hecho, se estima que los lácteos aportan más del 50 % del calcio y casi el 60 % de la vitamina D en la dieta estadounidense. Sustituirlos con alimentos no lácteos de perfil nutricional similar puede implicar mayores costos económicos y energéticos, así como volúmenes de consumo más elevados, lo que supone un reto para la sostenibilidad ambiental y la equidad nutricional en poblaciones vulnerables.

LACTOSA Y TOLERANCIA INDIVIDUAL

La intolerancia a la lactosa afecta a un alto porcentaje de adultos en todo el mundo, aunque la mayoría tolera pequeñas cantidades de leche (hasta 240 mL) cuando se consume con alimentos. Para quienes son más sensibles, existen alternativas como la leche deslactosada, el yogur, el kéfir o los quesos curados, que contienen cantidades reducidas de lactosa (26).

También pueden emplearse suplementos de lactasa o alimentos funcionales con fermentación controlada. El abordaje de la intolerancia debe personalizarse, evitando la eliminación de un grupo alimentario completo que comprometa la calidad nutricional de la dieta. Se pueden proponer adaptaciones y opciones razonables.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La evidencia actual respalda el consumo de lácteos como parte de una dieta saludable y equilibrada, no solo por su densidad nutricional, sino también por sus propiedades funcionales. La leche, el yogur y el queso, especialmente en sus variantes fermentadas y bajas en grasa, pueden contribuir a la prevención de enfermedades crónicas, al mantenimiento de la masa ósea y muscular, al mejor control metabólico y al fortalecimiento de la microbiota intestinal.

Debido a las controversias persistentes, es fundamental basar las recomendaciones en evidencia científica sólida, respetando los contextos individuales, culturales y de sostenibilidad. Finalmente, para quienes opten por excluir los lácteos de su dieta, se debe proporcionar orientación clara sobre cómo reemplazar adecuadamente los nutrientes que estos alimentos aportan.

REFERENCIAS

1. Cifelli CJ, Auestad N, Fulgoni VL. Replacing the nutrients in dairy foods with non-dairy foods will increase cost, energy intake and require large amounts of food: National Health and Nutrition Examination Survey 2011-2014. *Public Health Nutr* [Internet]. 2022 Feb 27 [cited 2025 Jul 8];25(2):332-43. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32713399/>
2. Struijk EA, Fung TT, Rodriguez-Artalejo F, Bischoff-Ferrari HA, Willett WC, Lopez-Garcia E. Specific dairy foods and risk of frailty in older women: a prospective cohort study. *BMC Med* [Internet]. 2024 Dec 1 [cited 2025 Jul 8];22(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38424524/>
3. Comerford KB, Miller GD, Boileau AC, Masiello Schuette SN, Giddens JC, Brown KA. Global Review of Dairy Recommendations in Food-Based Dietary Guidelines. *Front Nutr* [Internet]. 2021 May 25 [cited 2025 Jul 8];8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34113643/>
4. Bruno RS, Pokala A, Torres-Gonzalez M, Blesso CN. Cardiometabolic health benefits of dairy-milk polar lipids. *Nutr Rev* [Internet]. 2021 Dec 1 [cited 2025 Jul 8];79(Suppl 2):16-35. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34879146/>
5. Górska-Warszewicz H, Rejman K, Laskowski W, Czacotko M. Milk and Dairy Products and Their Nutritional Contribution to the Average Polish Diet. *Nutrients*. 2019 Aug 1;11(8).
6. Aune D, Navarro Rosenblatt DA, Chan DSM, Vieira AR, Vieira R, Greenwood DC, et al. Dairy products, calcium, and prostate cancer risk: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. *Am J Clin Nutr*. 2015 Jan 1;101(1):87-117.
7. Janiszewska J, Ostrowska J, Szostak-Węgierek D. Milk and Dairy Products and Their Impact on Carbohydrate Metabolism and Fertility—A Potential Role in the Diet of Women with Polycystic Ovary Syndrome. *Nutrients*. 2020 Nov 1;12(11):1-17.
8. Rozenberg S, Body JJ, Bruyère O, Bergmann P, Brandi ML, Cooper C, et al. Effects of Dairy Products Consumption on Health: Benefits and Beliefs—A Commentary from the Belgian Bone Club and the European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis, Osteoarthritis and Musculoskeletal Diseases. *Calcif Tissue Int*. 2016 Jan 1;98(1):1.
9. Fardet A, Rock E. In vitro and in vivo antioxidant potential of milks, yoghurts, fermented milks and cheeses: A narrative review of evidence. *Nutr Res Rev* [Internet]. 2018 [cited 2025 Jul 8];31(1):52-70. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28965518/>
10. Jena AB, Samal RR, Bhol NK, Duttaroy AK. Cellular Red-Ox system in health and disease: The latest update. *Biomedicine & Pharmacotherapy* [Internet]. 2023 Jun 1 [cited 2025 Jul 8];162:114606. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0753332223003943>
11. Lampe JW. Dairy products and cancer. *J Am Coll Nutr*. 2011 Oct 1;30:464S-470S.
12. Lu W, Chen H, Niu Y, Wu H, Xia D, Wu Y. Dairy products intake and cancer mortality risk: A meta-analysis of 11 population-based cohort studies. *Nutr J* [Internet]. 2016 Oct 21 [cited 2025 Jun 15];15(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27765039/>
13. Moosavian SP, Rahimlou M, Saneei P, Esmailzadeh A. Effects of dairy products consumption on inflammatory biomarkers among adults: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* [Internet]. 2020 Jun 9 [cited 2025 Jul 3];30(6):872-88. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2020.01.011>
14. Mozaffarian D. Dairy Foods, Obesity, and Metabolic Health: The Role of the Food Matrix Compared with Single Nutrients. *Advances in Nutrition* [Internet]. 2019 Sep 1 [cited 2025 Jul 8];10(5):917S-923S. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31518410/>
15. Alvarez-Bueno C, Caverio-Redondo I, Martinez-Vizcaino V, Sotos-Prieto M, Ruiz JR, Gil A. Effects of Milk and Dairy Product Consumption on Type 2 Diabetes: Overview of Systematic Reviews and Meta-Analyses. *Advances in Nutrition* [Internet]. 2019 May 1 [cited 2025 Jul 8];10(suppl_2):S154-63. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31089734/>
16. Yusuf S, Joseph P, Rangarajan S, Islam S, Mente A, Hystad P, et al. Modifiable risk factors, cardiovascular disease, and mortality in 155 722 individuals from 21 high-income, middle-income, and low-income countries (PURE): a prospective cohort study. *The Lancet* [Internet]. 2020 Mar 7 [cited 2025 Jul 8];395(10226):795-808. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31492503/>
17. Rizzoli R, Biver E, Brennan-Speranza TC. Nutritional intake and bone health. *Lancet Diabetes Endocrinol* [Internet]. 2021 Sep 1 [cited 2025 Jul 8];9(9):606-21. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34242583/>

18. Rizzoli R, Chevalley T. Nutrition and Osteoporosis Prevention. *Curr Osteoporos Rep* [Internet]. 2024 Dec 1 [cited 2025 Jul 8];22(6):515–22. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39322861/>
19. Thillapudi J, Mendonca KC, Palani N, Bhowmik S, Rajadesingu S. Revealing the nutritious treasures: an extensive investigation of health benefits of cultured dairy foods. *Arch Microbiol* [Internet]. 2025 Jan 1 [cited 2025 Jul 8];207(1):1–24. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00203-024-04210-1>
20. Mathur H, Beresford TP, Cotter PD. Health Benefits of Lactic Acid Bacteria (LAB) Fermentates. *Nutrients* [Internet]. 2020 Jun 1 [cited 2025 Jul 8];12(6):1679. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7352953/>
21. Gao J, Li X, Zhang G, Sadiq FA, Simal-Gandara J, Xiao J, et al. Probiotics in the dairy industry—Advances and opportunities. *Compr Rev Food Sci Food Saf* [Internet]. 2021 Jul 1 [cited 2025 Jul 8];20(4):3937–82. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33938124/>
22. Stephenson RC, Ross RP, Stanton C. Carotenoids in Milk and the Potential for Dairy Based Functional Foods. *Foods* [Internet]. 2021 Jun 1 [cited 2025 Jul 8];10(6):1263. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8226488/>
23. Siefkas AC, Millar CL, Dufour AB, Kiel DP, Jacques PF, Hannan MT, et al. Dairy Food Intake Is Not Associated With Frailty in Adults From the Framingham Heart Study. *J Acad Nutr Diet* [Internet]. 2023 May 1 [cited 2025 Jul 8];123(5):729–739.e1. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36108932/>
24. Nasimi N, Sohrabi Z, Nunes EA, Sadeghi E, Jamshidi S, Gholami Z, et al. Whey Protein Supplementation with or without Vitamin D on Sarcopenia-Related Measures: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Advances in Nutrition* [Internet]. 2023 Jul 1 [cited 2025 Jul 8];14(4):762–73. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37196876/>
25. Scialo TE, Pace CM, Abrams DI. The Dairy and Cancer Controversy: Milking the Evidence. *Curr Oncol Rep* [Internet]. 2024 Mar 1 [cited 2025 Jun 15];26(3):191–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38289521/>
26. The Microbiome - The Nutrition Source [Internet]. [cited 2025 Jul 8]. Available from: <https://nutrition-source.hsph.harvard.edu/microbiome/>

¿POR QUÉ HABLAR HOY DE LA GRASA LÁCTEA?

DE LA ESTIGMATIZACIÓN DE LA GRASA LÁCTEA A LA EVIDENCIA ACTUAL



Sara Abu Sabbah Mitre
Nutricionista

Licenciada en Nutrición y Dietética por la Universidad Femenina del Sagrado Corazón, Lima - Perú
Magister en Ciencias Básicas Médicas con mención en Bioquímica por la Universidad San Martín de Porres, Lima - Perú

RESUMEN

Históricamente, la grasa láctea fue considerada perjudicial para la salud cardiovascular por su contenido en grasas saturadas, lo que llevó a recomendar lácteos descremados. No obstante, investigaciones recientes y declaraciones de organismos internacionales (FAO, OMS, EFSA, ESC) muestran que los lácteos enteros, especialmente fermentados, pueden ejercer efectos neutros o protectores frente a obesidad, enfermedades cardiovasculares, diabetes tipo 2 y síndrome metabólico. La matriz láctea, la membrana del glóbulo graso, la fermentación y la presencia de ácidos grasos de cadena corta e impares parecen modular su impacto, diferenciándola de otras grasas saturadas. Sustituir indiscriminadamente lácteos enteros por versiones bajas en grasa no ha reducido la prevalencia de enfermedades crónicas y puede afectar la saciedad y calidad dietética. La evidencia actual apoya revisar las guías nutricionales, priorizando patrones alimentarios saludables y permitiendo el consumo moderado de lácteos enteros dentro de una dieta equilibrada.

Palabras clave: grasa láctea, lácteos enteros, salud cardiovascular, síndrome metabólico, guías alimentarias.

INTRODUCCIÓN

Durante décadas, la grasa láctea tuvo mala reputación en nutrición. A mediados del siglo XX surgió la hipótesis dieta-corazón, que vinculaba la ingesta de grasas saturadas con el aumento del colesterol sanguíneo y el riesgo de enfermedades cardiovasculares (ECV). Dado que la grasa de la leche es rica en saturados (como ácidos palmítico, mirístico y láurico), se asumió que su consumo sería perjudicial para el corazón (1). Organismos de salud y guías alimentarias adoptaron un enfoque preventivo: recomendaban evitar la leche entera, la mantequilla y otros lácteos grasos, promoviendo en su lugar versiones descremadas o bajas en grasa. Por ejemplo, la Asociación Americana del Corazón (AHA) lleva años aconsejando a los adultos consumir solo lácteos descremados o semidescremados y “evitar la leche entera y quesos o yogures enteros”, con el fin de reducir la ingestión de grasas saturadas que elevan el LDL-colesterol (2). Esta visión reduccionista – centrada en un solo nutriente (grasa saturada) aislado del contexto del alimento– llevó a considerar a los lácteos enteros como “detrimentales” para la salud cardiovascular durante mucho tiempo.

Sin embargo, ese paradigma histórico se está poniendo en entredicho. Expertos han reevaluado la evidencia que originó el estigma de la grasa láctea y señalan aspectos que, al conocimiento actual, serían vacíos en aquellos estudios iniciales. De hecho, instituciones y revistas científicas de prestigio han comenzado a reconocer que no todos los alimentos grasos afectan igual al organismo y que la grasa láctea podría no ser tan nociva como se pensaba, e incluso aportar beneficios en ciertos contextos. Este cambio de perspectiva obedece a la acumulación de nuevos datos epidemiológicos y clínicos más rigurosos que pintan un cuadro más complejo y matizado sobre la relación entre los lácteos enteros y la salud.

CONSUMO DE LÁCTEOS Y TENDENCIAS EN SALUD PÚBLICA

Las directrices nutricionales bajas en grasa emitidas en el último medio siglo tuvieron consecuencias palpables en los hábitos de consumo. En muchos países occidentales se observó un marcado descenso en el consumo de leche entera y derivados lácteos con toda su grasa, acompañado de un auge de productos light o descremados. Por ejemplo, en Norteamérica la ingesta per cápita de leche entera cayó de forma sostenida en las últimas décadas, reflejando el éxito de campañas que promovían opciones sin grasa (3).

Paradójicamente –y preocupantemente–, durante ese mismo periodo varias tendencias de salud pública han ido en la dirección opuesta a la esperada. Algunas cifras clave recientes ilustran estas contradicciones y tendencias:

- **Obesidad:** La prevalencia global de obesidad casi se ha triplicado desde 1975. En 2016 más de 650 millones de adultos eran obesos (13% de la población).

mundial), cuando en 1975 la proporción era mucho menor (4). Incluso en la infancia, particularmente en Norteamérica, la obesidad se ha disparado. Un análisis señaló que la obesidad infantil se triplicó en ~30 años, aun cuando la ingesta de leche entera durante ese mismo lapso se redujo a la mitad. En otras palabras, limitar la grasa láctea no frenó la epidemia de obesidad; esta avanzó por otros factores, como dietas con azúcares añadidos y estilos de vida sedentarios (4).

- **Enfermedades cardiovasculares:** Las ECV continúan siendo la principal causa de muerte a nivel global, con 17.9 millones de fallecimientos en 2019 (32% de todas las muertes) (5). Aunque en algunos países desarrollados la mortalidad cardiovascular ha bajado ligeramente gracias a mejores tratamientos y menos tabaquismo, en términos globales el riesgo cardiovascular sigue alto. Esto pese a décadas de recomendaciones de reducir grasas saturadas –lo que sugiere que el enfoque preventivo debe ser más integral.
- **Diabetes tipo 2:** Los casos de diabetes han aumentado drásticamente. Según la OMS, el número de adultos con diabetes se ha casi cuadruplicado desde 1980, pasando de 108 millones a 422 millones en 2014 (6). La gran mayoría son diabetes tipo 2 asociadas a obesidad y dietas de mala calidad. Este incremento sostenido ocurrió mientras muchos consumidores optaban por alimentos “bajos en grasa” pensando que eran más sanos, lo que a menudo implicó mayor consumo de carbohidratos refinados –un factor que hoy se reconoce como contribuyente a la resistencia a la insulina y la diabetes.

En conjunto, estos datos sugieren que la estrategia de salud pública basada únicamente en disminuir la grasa total y saturada no ha generado los resultados esperados en cuanto a reducción de obesidad, diabetes ni ECV. La realidad es que el panorama de las enfermedades crónicas es multifactorial y no puede atribuirse solo a un nutriente. De hecho, comienza a vislumbrarse que no todas las grasas saturadas ni todas las fuentes alimentarias de grasa son iguales, lo que nos lleva a reconsiderar el papel específico de la grasa láctea en la dieta contemporánea.

DECLARACIONES RECIENTES DE INSTITUCIONES INTERNACIONALES: HACIA UNA VISIÓN MÁS MATIZADA

Dada la nueva evidencia, diversas instituciones y expertos internacionales han comenzado a revisar sus posturas sobre la grasa láctea, adoptando una perspectiva más matizada en contraste con la vieja noción de “grasa mala” indiscriminada. A continuación, se destacan algunas revisiones y declaraciones recientes respaldadas por organismos de renombre que reflejan este cambio de enfoque:

- **Reevaluación en publicaciones científicas de alto impacto:** En 2020, un grupo de expertos publicó en *Journal of the American College of Cardiology* una

revisión sobre las grasas saturadas y la salud, desafiando la sabiduría convencional. Concluyeron que varios alimentos relativamente ricos en saturados –como los lácteos enteros, el chocolate negro o la carne no procesada– no se asocian con mayor riesgo de ECV ni de diabetes en la evidencia epidemiológica disponible (7). Esta reevaluación, difundida en una revista auspiciada por la American College of Cardiology, propuso actualizar las guías alimentarias para distinguir entre fuentes de grasa saturada, en lugar de condenarlas a todas por igual.



- **Organismos internacionales (FAO/OMS, EFSA):** Si bien organizaciones como la EFSA (Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria) y la OMS mantienen por precaución límites cuantitativos (por ejemplo, recomiendan que los ácidos grasos saturados no superen el 10% de las calorías (8), incluso en sus informes técnicos reconocen que “los distintos ácidos grasos saturados poseen propiedades biológicas y efectos en la salud únicos”, lo cual “puede ser relevante al elaborar recomendaciones dietéticas” (8) . En otras palabras, empiezan a admitir que no es lo mismo grasa saturada procedente de un lácteo que de otro origen, sentando las bases para recomendaciones más finas. De hecho, la propia FAO en un informe integrador sobre lácteos señaló que la evidencia científica no apoya la noción de que el consumo de lácteos enteros contribuye a la obesidad o al riesgo cardiometabólico en la población general (9). Once de 16 estudios analizados por expertos de FAO hallaron resultados neutrales o inversos (protectores) entre el consumo de lácteos altos en grasa y la adiposidad, desmontando así un mito ampliamente difundido. Estas conclusiones de organismos internacionales aportan respaldo institucional a la idea de que la grasa láctea, en el contexto adecuado, no es el “veneno” que se creía.
- **Sociedades cardiológicas y estudios globales:** La Sociedad Europea de Cardiología (ESC) difundió en 2023 hallazgos del estudio epidemiológico PURE (Prospective Urban Rural Epidemiology), realizado en 21 países, que desafían las guías tradicionales. Los investigadores observaron que una dieta de mayor calidad que incluía hasta dos porciones diarias de lácteos (principalmente enteros) se asociaba con menor riesgo de ECV y mortalidad, en comparación con dietas pobres en esos alimentos (10). Según los autores, las políticas centradas únicamente en reducir la grasa pueden haber restado atención a alimentos protectores. “Nuestros hallazgos sugieren que es prioritario

aumentar el consumo de alimentos protectores como nueces, pescado y lácteos (especialmente enteros), en lugar de restringir los lácteos a cantidades muy bajas”, afirmó el Dr. Andrew Mente, investigador del estudio (11). Añadió que estos resultados son coherentes con la ciencia nutricional moderna, la cual muestra que los lácteos –y en particular los enteros– podrían proteger contra problemas como la hipertensión y el síndrome metabólico (11). Esta declaración desde la ESC refrenda la idea de que los lácteos enteros pueden formar parte de una dieta cardiosaludable, contrastando con las viejas recomendaciones de evitarlos estrictamente.

- **Asociaciones cardiometabólicas y nutricionales:** Otras entidades han publicado revisiones que llegan a conclusiones similares. La Fundación Británica del Corazón (BHF) y equipos académicos en Europa han señalado que los productos lácteos, incluso los enteros, tienden a mostrar un impacto neutro (ni beneficioso ni perjudicial significativo) en el riesgo cardiovascular en estudios poblacionales recientes (12). Asimismo, se han destacado posibles efectos favorables de ciertos lácteos: por ejemplo, una cohorte francesa halló que un consumo elevado de quesos y yogures (fermentados, incluso con grasa) se asoció con menor incidencia de accidentes cerebrovasculares comparado con consumos bajos (13). Incluso un meta-análisis sobre la mantequilla –el lácteo con mayor contenido graso– encontró ninguna asociación clara entre su consumo y el riesgo cardiovascular o de derrame cerebral (14) (sugiriendo que, en cantidades moderadas, la mantequilla tampoco resulta tan dañina como se pensaba). Todo esto indica un viraje en el consenso científico: de ver la grasa láctea como uniforme y nociva, a entender que sus efectos reales dependen del alimento concreto, el patrón global de dieta y las dosis consumidas.

En resumen, las voces autorizadas están reconsiderando el caso de la grasa láctea. Sin negar que un exceso de grasas saturadas puede elevar el colesterol LDL en ciertas circunstancias, hoy se admite que no es apropiado juzgar a los lácteos únicamente por su contenido graso. Importantes organismos internacionales y estudios multicéntricos defienden una visión más equilibrada: los lácteos (incluso enteros) pueden incluirse dentro de una dieta saludable, y es más relevante centrarse en la calidad global de la alimentación –favoreciendo alimentos nutritivos– que en eliminar la grasa láctea per se (10).

NUEVOS ENFOQUES CIENTÍFICOS: MATRIZ ALIMENTARIA Y TIPO DE GRASA

¿Por qué la grasa láctea pareciera comportarse de forma distinta a la esperada? La respuesta proviene de una comprensión más profunda de la matriz alimentaria y de la diversidad de ácidos grasos en los lácteos. A diferencia de los enfoques antiguos que analizaban nutrientes aislados, la ciencia nutricional actual enfatiza que el alimento completo importa. En el caso de la leche, queso o yogur, la grasa no actúa sola: viene “empaquetada” en una matriz compleja con proteínas,

minerales (calcio, fósforo), vitaminas y bioactivos propios de los lácteos. Además, la grasa láctea se presenta en forma de glóbulos rodeados por una membrana (MFGM) con fosfolípidos y componentes que modulan su absorción. Todo esto influye en cómo el cuerpo digiere y utiliza la grasa.

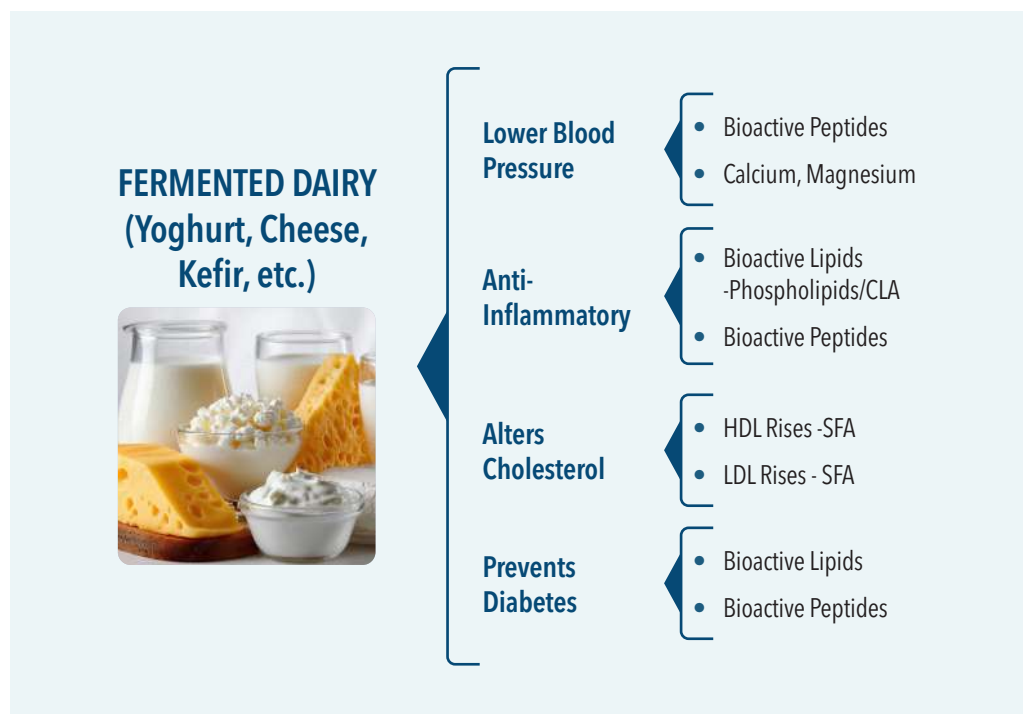


Figura – Efectos del consumo de productos lácteos sobre los factores de riesgo cardiometabólicos y la salud cardiovascular. CLA: ácido linoleico conjugado; HDL: colesterol de lipoproteínas de alta densidad LDL: colesterol de lipoproteínas de baja densidad; SFA: ácido graso saturado (15).

Un concepto clave es el llamado efecto matriz. Estudios comparativos han demostrado que no es lo mismo consumir 30 g de grasa saturada provenientes de queso que 30 g de saturada en forma de mantequilla; el impacto metabólico difiere por la matriz. En un queso, por ejemplo, el calcio puede formar complejos con ácidos grasos en el intestino reduciendo su absorción, y los péptidos liberados de las proteínas durante la fermentación pueden ejercer efectos antihipertensivos. De hecho, la evidencia indica que los lácteos fermentados (como yogur, kéfir, algunos quesos) están asociados consistentemente con mejor perfil cardiovascular en la población: consumo frecuente de yogur se ha vinculado a menor riesgo de infarto y diabetes, y en cohorte mencionada una alta ingesta de queso/yogur se asoció a 19% menos riesgo de ictus (13). Esta aparente paradoja (grasas saturadas en un alimento asociadas a buenos resultados en salud) se explica porque los efectos beneficiosos de la matriz láctea contrarrestarían los potenciales efectos negativos de la grasa. La membrana del glóbulo graso lácteo, por ejemplo, puede

modular la digestión de la grasa favoreciendo un perfil de lípidos sanguíneos más saludable y menor inflamación (16). Adicionalmente, los procesos de fermentación generan compuestos bioactivos (péptidos, vitaminas como K2, probióticos) que podrían mejorar la sensibilidad a la insulina y la presión arterial, atenuando así factores de riesgo cardiometabólico.

Otro enfoque científico reciente es diferenciar los tipos de ácidos grasos saturados. La grasa láctea contiene más de 400 tipos de ácidos grasos, una composición extraordinariamente compleja que incluye desde cadenas cortas (butírico C4:0, con efectos beneficiosos en el colon) hasta cadenas largas (esteárico C18:0, que paradójicamente no eleva el colesterol LDL de forma significativa) y ácidos grasos impares y ramificados exclusivos de la leche. Estos últimos –como los ácidos pentadecanoico C15:0 y heptadecanoico C17:0– han cobrado interés porque se usan como biomarcadores de consumo de lácteos y se han asociado a menor incidencia de diabetes tipo 2 en estudios longitudinales (17). En otras palabras, las personas con niveles más altos de estos ácidos grasos “de leche” en sangre presentaron menos riesgo de desarrollar diabetes, sugiriendo un efecto protector relacionado al consumo de lácteos enteros. Incluso ciertas grasas saturadas de la leche que antes se pensaba que solo eran dañinas podrían tener efectos neutrales o positivos en contextos específicos. La OMS ha reconocido que “cada ácido graso saturado tiene propiedades biológicas únicas” (8). Por ello, se está abandonando la idea de meter todas las grasas saturadas en la misma bolsa. Por ejemplo, el ácido esteárico (presente en chocolate y parte en lácteos) se metaboliza distinto y no aumenta el colesterol malo como sí lo hace el ácido palmítico (abundante en aceite de palma). Asimismo, los ácidos grasos de cadena corta producidos por la microbiota a partir de la fibra láctea (p. ej., propionato) podrían tener efectos señalizadores beneficiosos. En suma, la calidad de la grasa saturada importa tanto como la cantidad. Los lácteos aportan una mezcla singular de grasas saturadas en un contexto alimentario específico que modula su impacto en el organismo.

Este nuevo entendimiento científico ayuda a resolver la aparente contradicción de por qué poblaciones con alto consumo de queso o leche (ej. el “paradoja francesa”) no muestran mayor enfermedad cardiovascular que poblaciones con bajo consumo. La combinación de nutrientes y la matriz parecen conferir a los lácteos propiedades distintas a las que tendría la grasa saturada pura añadida a la dieta. Por ello, muchos investigadores abogan por que las guías alimentarias se enfoquen más en patrones dietéticos globales y alimentos completos, en lugar de estigmatizar o santificar nutrientes aislados.

LÁCTEOS ENTEROS VS. DESCREMADOS: ¿QUÉ DICE LA EVIDENCIA RECIENTE?

Una pregunta práctica que surge es si es preferible consumir lácteos enteros o optar por versiones desgrasadas para una mejor salud. Históricamente se asumió que “menos grasa = más saludable”, pero las investigaciones de la última década



ofrecen resultados sorprendentes que han llevado a replantear esa recomendación categórica:

- **Peso corporal y obesidad:** Varios estudios en niños y adultos sugieren que la leche entera no conduce a mayor obesidad que la leche baja en grasa; de hecho, a veces ocurre lo contrario. En un meta-análisis de estudios pediátricos, los niños que consumían leche entera regularmente mostraron tasas de sobrepeso/obesidad significativamente más bajas que aquellos que consumían leche 1% o descremada (18,19). Un niño que toma leche entera suele quedar más saciado y podría compensar ingiriendo menos calorías de otros alimentos, mientras que al ofrecer solo leche sin grasa, es posible que el niño busque más calorías en snacks o carbohidratos para saciarse (19). Este hallazgo –que la leche completa se asocia con mejor perfil de peso infantil– desafía la lógica convencional y ha llevado a algunos pediatras a cuestionar si la recomendación de cambiar a leche baja en grasa después de los 2 años es verdaderamente la más adecuada en todos los casos. En adultos, los lácteos enteros tampoco parecen ser los “engordadores” que se temía. Estudios de cohorte han encontrado que la ingesta de yogurt, queso e incluso leche entera no se correlaciona con mayor aumento de peso a largo plazo comparada con versiones light; algunas investigaciones incluso reportan que quienes consumen más lácteos enteros tienden a ganar menos peso con los años o tienen menor riesgo de obesidad abdominal, quizá por efectos hormonales o de saciedad que la grasa láctea induce. En dietas de adelgazamiento, la inclusión de lácteos (ricos en proteína y calcio) ha demostrado ayudar a preservar masa muscular y mejorar la composición corporal, independientemente de si son enteros o desnatados (20). En resumen, en términos de control de peso, la evidencia reciente no justifica marginar automáticamente a los lácteos enteros; consumidos con moderación, pueden encajar en dietas saludables sin provocar obesidad.

- **Perfil cardiovascular (colesterol y ECV):** Un argumento clásico para recomendar lácteos descremados era reducir el colesterol LDL (“malo”). Es cierto que la grasa saturada de los lácteos puede elevar el LDL en algunos individuos; no obstante, se ha visto que los lácteos enteros también pueden elevar el colesterol HDL (“bueno”) y, más importante aún, no asociarse con mayor incidencia de infartos o accidentes cerebrovasculares en estudios poblacionales (21). Grandes meta-análisis en adultos concluyen que consumir productos lácteos, ya sean enteros o bajos en grasa, tiene en conjunto un efecto neutro en el riesgo de ECV (20). Algunos hallazgos sugieren incluso efectos protectores: en una cohorte prospectiva, los individuos con mayor consumo de lácteos grasos no presentaron más infartos que quienes consumían menos; por el contrario, ciertos lácteos como el queso se asociaron a riesgo cardiovascular ligeramente menor (posiblemente por el efecto matriz antes descrito). Y como se mencionó, la ingesta habitual de yogur se relaciona con menor incidencia de hipertensión y eventos coronarios. Además, un estudio internacional reciente señaló que dietas que incluyen lácteos enteros dentro de un patrón rico en alimentos frescos se vinculan con mejores desenlaces cardiovasculares (11). Conviene destacar que no todos los lácteos son iguales: la mantequilla, por ejemplo, sí eleva el LDL más que el queso, porque carece de calcio y proteínas que contrarresten ese efecto; aun así, los datos epidemiológicos encuentran que un consumo moderado de mantequilla (porciones pequeñas) no eleva significativamente el riesgo cardiovascular comparado con no consumirla (14). Por tanto, en términos de salud del corazón, los lácteos enteros no son el “veneno arterial” que antaño se suponía, siempre y cuando se consuman como parte de un patrón equilibrado. La clave estaría en la moderación de las porciones y en priorizar lácteos fermentados (yogur, kéfir) y quesos naturales por encima de la mantequilla o la nata en grandes cantidades.
- **Diabetes tipo 2 y síndrome metabólico:** Paradójicamente, los lácteos enteros podrían ofrecer cierta protección frente a la diabetes. Diversos estudios han encontrado que las personas que consumen más productos lácteos enteros presentan menor incidencia de diabetes tipo 2 que aquellas que evitan la grasa láctea (18). Un gran estudio internacional (consorcio FORCE, 2018) midió biomarcadores objetivos de grasa láctea en sangre y observó que quienes tenían niveles más altos (indicando alto consumo de lácteos grasos) desarrollaron menos diabetes a lo largo de los años (22). Esto sugiere que algún componente de la grasa láctea –posiblemente los ácidos grasos impares, la vitamina D asociada a la grasa, o el propio efecto saciante que reduce otros azúcares en la dieta– podría ser beneficioso para la sensibilidad a la insulina. Asimismo, la grasa láctea no parece aumentar el riesgo de síndrome metabólico; de hecho, una mayor ingesta de lácteos enteros se ha correlacionado con menor prevalencia de síndrome metabólico en ciertas poblaciones (20). Estos resultados contrastan con la noción previa de que la grasa saturada promueve directamente la resistencia insulínica. Nuevamente, el contexto es todo: en la dieta, reemplazar lácteos enteros por hidratos de carbono refinados (ej. cambiar queso por pan blanco) seguramente empeora el panorama metabólico,

mientras que mantener una porción de lácteo entero puede incluso mejorar la calidad global de la dieta al aportar proteína y nutrientes claves con bajo índice glucémico.

En resumen, la dicotomía “entero vs descremado” no tiene una respuesta única válida para todos. Las evidencias modernas indican que un yogur o un vaso de leche enteros pueden ser perfectamente compatibles con una dieta sana, e incluso ofrecer ventajas en saciedad y aporte de micronutrientes (vitaminas A y D, absorbidas con la grasa) frente a sus versiones desgrasadas (18). Por supuesto, esto no significa que se deba abusar de la crema o la mantequilla libremente –el sentido común y la moderación importan–, sino que dentro de una alimentación balanceada no hay necesidad de temer a la grasa láctea natural. De hecho, muchos nutricionistas ahora recomiendan que la elección entre lácteo entero o descremado se individualice según las necesidades calóricas, preferencia de sabor y saciedad de cada persona, más que por un mandato universal. Lo esencial es que el lácteo, sea entero o no, sea parte de un patrón alimentario rico en alimentos mínimamente procesados (frutas, verduras, legumbres, frutos secos, etc.), porque así es como se han observado los efectos beneficiosos en los estudios.

CONCLUSIONES: NECESIDAD DE REVISAR LAS RECOMENDACIONES VIGENTES

A la luz de la nueva evidencia expuesta, urge reexaminar las recomendaciones nutricionales sobre la grasa láctea. La antigua postura de “grasa láctea = riesgo cardiovascular” resulta demasiado simplista en el contexto actual. Si bien la intención original de las guías bajas en grasa era reducir ECV y obesidad, los resultados globales no han sido los esperados: la obesidad y la diabetes siguen en auge (4,6), y los lácteos descremados por sí solos no han resuelto el problema. Por el contrario, las investigaciones contemporáneas sugieren que la calidad global de la dieta es más importante que eliminar la grasa láctea. Hemos aprendido que no todas las grasas saturadas son iguales ni actúan de igual forma dentro de diferentes matrices alimentarias, y que los lácteos, con su mezcla única de nutrientes, pueden tener un efecto neutro o beneficioso en la salud cardiometabólica (23).

Diversas instituciones internacionales y comités científicos ya están incorporando estos hallazgos, instando a un enfoque más equilibrado. La propia FAO resaltó la importancia de evaluar los lácteos en su totalidad y no solo por su contenido de grasa saturada (9). Grupos de expertos proponen que las guías alimentarias futuras destaquen patrones dietarios saludables completos (p. ej., la dieta mediterránea o dietas basadas en alimentos mínimamente procesados que incluyan lácteos fermentados) en lugar de enfocarse en nutrientes aislados. Esto implicaría, por ejemplo, que las recomendaciones fomenten el consumo de yogur, queso fresco o leche como parte de una dieta equilibrada, sin obligatoriamente exigir que sean versiones sin grasa, especialmente si quitar la grasa significa añadir azúcares u otros aditivos para mejorar el sabor en los productos comerciales.

En conclusión, hablar hoy de la grasa láctea es relevante porque ejemplifica cómo la ciencia de la nutrición evoluciona: lo que antes se consideraba dogma (eliminar la grasa de la leche para proteger el corazón) ahora se reconsidera ante evidencia de mejor calidad. No se trata de decir que “todo vale” o que debemos consumir mantequilla sin medida, sino de reconocer que los lácteos enteros, consumidos en moderación y dentro de una dieta variada, no representan el riesgo que se suponía e incluso pueden aportar beneficios. Revisar las recomendaciones actuales a la luz de estos datos más recientes permitiría ajustar los consejos de salud pública –por ejemplo, relajando la preferencia absoluta por lácteos descremados–, lo que a su vez podría mejorar la aceptabilidad de las guías nutricionales por parte de la población (facilitando su adherencia) y enfocarnos en lo que verdaderamente importa para la salud: la alimentación en su conjunto. En definitiva, hablar de la grasa láctea hoy es hablar de un cambio de paradigma en nutrición, donde la evidencia científica más actual nos invita a dejar atrás viejos prejuicios y a adoptar una visión más completa y matizada para promover una dieta saludable basada en alimentos reales y equilibrados, incluyendo sin temor razonables porciones de lácteos enteros.

REFERENCIAS

1. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Fundación Iberoamericana de Nutrición (FINUT). Grasas y ácidos grasos en nutrición humana: Consulta de expertos. Ginebra: FAO/FINUT; 2010. (Estudio FAO Alimentación y Nutrición N.º 91).
2. American Heart Association. Dairy Products: Milk, Yogurt and Cheese [Internet]. Dallas: AHA; c2023 [citado 2025 ago 6]. Disponible en: <https://www.heart.org/en/healthy-living/healthy-eating/eat-smart/nutrition-basics/dairy-products-milk-yogurt-and-cheese>
3. Food availability (data) per capita (internet) (citado 06 2025 Ago 6) <https://www.ers.usda.gov/data-products/food-availability-per-capita-data-system>
4. World Health Organization. Obesity [Internet]. [citado 2025 Ago 6]. Disponible en: <https://www.who.int/news-room/facts-in-pictures/detail/6-facts-on-obesity>
5. World Health Organization. Cardiovascular diseases [Internet]. [citado 2025 Ago 6]. Disponible en: <https://www.who.int/health-topics/cardiovascular-diseases>
6. World Health Organization. Global report on diabetes [Internet]. [citado 2025 Ago 6]. Disponible en: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241565257>
7. Siri-Tarino PW, Krauss RM, et al. Saturated Fats and Health: A Reassessment and Proposal for Food-Based Recommendations [Internet]. [citado 2025 Ago 6]. Disponible en: <https://www.jacc.org/doi/abs/10.1016/j.jacc.2020.05.077>
8. World Health Organization. Fat intake [Internet]. [citado 2025 Ago 6]. Disponible en: <https://www.who.int/data/gho/indicator-metadata-registry/imr-details/3418>
9. Matthews Friends. Healthy Eating Guidelines & Weight Loss Advice For The United Kingdom [Internet]. [citado 2025 Ago 6]. Disponible en: <https://www.matthewsfriends.org/wp-content/uploads/2016/06/Healthy-Eating-Guidelines-Weight-Loss-Advice-For-The-United-Kingdom-PDF.pdf>
10. ScienceDaily. Global diet study challenges advice to limit high-fat dairy foods [Internet]. [citado 2025 Ago 6]. Disponible en: <https://www.sciencedaily.com/releases/2023/07/230706231355.htm>
11. Andrew Mente et al Diet, cardiovascular disease, and mortality in 80 countries. European Heart

Journal, 2023; DOI: 10.1093/eurheartj/ehad269

12. Yogurt in Nutrition. Dairy fats and cardiovascular diseases- Yogurt in Nutrition [Internet]. [citado 2025 Ago 6]. Disponible en: <https://www.yogurtinnutrition.com/dairy-fats-and-cardiovascular-diseases-cvd-what-do-we-know/>
13. Sellem L, et al. Consumption of dairy products and CVD risk: results from the French prospective cohort NutriNet-Santé. *Br J Nutr*. 2022 Mar 14;127(5):752-762.
14. Pimpin L, Wu JH, Haskelberg H, Del Gobbo L, Mozaffarian D. Is Butter Back? A Systematic Review and Meta-Analysis of Butter Consumption and Risk of Cardiovascular Disease, Diabetes, and Total Mortality. *PLoS One*. 2016 Jun 29;11(6):e0158118.
15. Lordan R, Tsoupras A, Mitra B, Zabetakis I. Dairy Fats and Cardiovascular Disease: Do We Really Need to be Concerned? *Foods*. 2018 Mar 1;7(3):29. doi: 10.3390/foods7030029. PMID: 29494487; PMCID: PMC5867544.
16. Kongerslev Thorning T. et al. Whole dairy matrix or single nutrients in assessment of health effects: current evidence and knowledge gaps. *American Journal of Clinical Nutrition*. First published ahead of print April 12, 2017.
17. MRC Epidemiology Unit. Markers of dairy fat consumption linked to lower risk of type 2 diabetes [Internet]. [citado 2025 Ago 6]. Disponible en: <https://www.mrcepid.cam.ac.uk/blog/2018/10/10/markers-dairy-fat- consumption-type-2-diabetes/>
18. CityNews Toronto. Kids who drink whole fat milk leaner, have higher vitamin D levels [Internet]. [citado 2025 Ago 6]. Disponible en: <https://toronto.citynews.ca/2016/11/16/kids-drink-whole-fat-milk-leaner- higher-vitamin-d-levels/>
19. Vanderhout SM, Birken CS, Parkin PC, Lebovic G, Chen Y, O'Connor DL, Maguire JL; TARGet Kids! Collaboration. Relation between milk-fat percentage, vitamin D, and BMI z score in early childhood. *Am J Clin Nutr*. 2016 Dec;104(6):1657-1664. doi: 10.3945/ajcn.116.139675. Epub 2016 Nov 16. PMID: 27852618.
20. Dougkas, A., Hobbs, D. (2020). The Role of Milk and Dairy Products in the Development of Obesity and Cardiometabolic Disease. In: Meiselman, H. (eds) *Handbook of Eating and Drinking*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-75388-1_163-1
21. Soltani S, Vafa M. The dairy fat paradox: Whole dairy products may be healthier than we thought. *Med J Islam Repub Iran*. 2017 Dec 18;31:110.
22. Fatty acid biomarkers of dairy fat consumption and incidence of type 2 diabetes: a pooled analysis of prospective cohort studies. Imamura F. et al., *PLOS Medicine*, 10 Oct 2018. DOI:10.1371/journal.pmed.1002670
23. SpringerLink. The Role of Milk and Dairy Products in the Development of Obesity and Cardiometabolic Disease [Internet]. [citado 2025 Ago 6]. Disponible en: https://link.springer.com/reference-workentry/10.1007/978-3-319-75388-1_163-1

PROTEÍNAS Y MASA MUSCULAR: CARNE VS. LECHE



Oscar Castillo-Valenzuela

Nutricionista – Magister en nutrición. Director Escuela de Nutrición y Dietética Universidad Finis Terrae



Mauricio Ríos-Fuentealba

Nutricionista – Magister en Ciencias de la salud y el deporte Académico Escuela de Nutrición y Dietética Pontificia Universidad Católica de Chile

RESUMEN

El desarrollo de la masa muscular es un objetivo crucial no solo para deportistas, sino también para la salud general, especialmente en la prevención de la sarcopenia. Las proteínas, en particular las que contienen aminoácidos esenciales, son indispensables y deben obtenerse a través de la alimentación. La cantidad total y la distribución equitativa a lo largo del día son fundamentales para estimular la síntesis de proteínas musculares (SPM).

El ejercicio de fuerza actúa sinérgicamente con la ingesta de proteínas, estimulando la SPM y garantizando el crecimiento y equilibrio del *turnover* proteico muscular cuando se combina con un aporte adecuado de aminoácidos. Las proteínas son biomoléculas formadas por aminoácidos, vitales para funciones estructurales, enzimáticas y de transporte. Se clasifican por su origen en animales o vegetales; **las de origen animal** suelen ser de mayor calidad, aportando todos los aminoácidos esenciales, mientras que las de **origen vegetal** pueden ser limitantes, pero mejoran al combinarse.

La calidad de la proteína se evalúa por su composición de aminoácidos esenciales y su digestibilidad. La leucina, un aminoácido de cadena ramificada (BCAA), es especialmente importante para la SPM. El ejercicio de fuerza activa vías de señalización como mTOR, y la leucina potencia este efecto, promoviendo la síntesis proteica post-ejercicio. Se recomienda una ingesta rápida de proteínas

ricas en leucina después del entrenamiento, así como mantener niveles adecuados cada 4 horas.

Las proteínas de origen animal han demostrado ser superiores a las vegetales en la promoción del crecimiento muscular. Sin embargo, no hay diferencias significativas entre diferentes fuentes de proteínas animales (como suero de leche o carne) ni entre las presentaciones de suplementos (concentrado, hidrolizado o aislado) en cuanto al aumento de masa muscular. La dosis óptima de proteína para deportistas se sitúa entre 1.4 y 2.0 gramos por kilogramo de peso corporal al día, distribuida en dosis de aproximadamente 20 gramos por toma para una mejor utilización.

Palabras Claves: masa muscular, sarcopenia, productos lácteos, proteínas, deportistas.

INTRODUCCIÓN

El aporte de nutrientes, en particular las proteínas, es un pilar fundamental para el desarrollo y mantenimiento de la masa muscular. La relevancia de las proteínas radica en su composición de aminoácidos esenciales (AAE), que el organismo humano no puede sintetizar y, por lo tanto, deben ser incorporados a través de la alimentación. El aumento de la masa muscular, o hipertrofia, es un objetivo ampliamente buscado por atletas que buscan optimizar su composición corporal por razones estéticas o mejorar su rendimiento deportivo (1). Su importancia se extiende de manera crucial al ámbito de la salud pública, especialmente en la prevención de la sarcopenia, una condición de pérdida progresiva de masa y fuerza muscular asociada al envejecimiento que conlleva un mayor riesgo de caídas, fragilidad y disminución de la autonomía.

Un aspecto crítico en la investigación reciente es el momento del consumo de proteínas y su distribución a lo largo del día. Estos factores resultan ser tan o más fundamentales que la cantidad total de proteína ingerida para optimizar la síntesis de proteínas musculares (SPM). La evidencia científica sugiere que una distribución equitativa de proteínas en varias comidas o tomas a lo largo del día genera un efecto anabólico más sostenido y potente sobre la SPM, en comparación con concentrar la proteína en una o dos comidas (2). Esta estrategia maximiza la disponibilidad de aminoácidos y favorece una estimulación continua del anabolismo muscular.

No obstante, la nutrición por sí sola no es suficiente. El estímulo generado por el ejercicio, particularmente el entrenamiento de fuerza es un factor igualmente determinante. El ejercicio induce adaptaciones fisiológicas dependiendo de su tipo, volumen, frecuencia e intensidad. En el contexto de la hipertrofia muscular, el entrenamiento de la fuerza de tipo hipertrófico, caracterizado por la manipulación de cargas, repeticiones y tiempos bajo tensión, actúa de manera sinérgica con una ingesta suficiente de proteínas y aminoácidos. Esta combinación no solo garantiza el



crecimiento muscular, sino que también asegura que el *turnover* proteico muscular (el equilibrio dinámico entre la síntesis y la degradación de proteínas musculares) se mantenga en un estado favorable (3).

La presente revisión busca profundizar en el efecto de las proteínas en el incremento de la masa muscular asociado al entrenamiento de fuerza. Se discutirá la influencia del origen de la proteína (animal vs. vegetal), la cantidad óptima necesaria para deportistas y las formas más efectivas de consumo para maximizar los resultados.

LAS PROTEÍNAS EN LA DIETA

Las proteínas son macronutrientes esenciales, componentes fundamentales de la dieta humana, y desempeñan un papel insustituible en la estructura, función y regulación de los tejidos y procesos biológicos.

Descripción de las Proteínas:

Desde un punto de vista bioquímico, las proteínas son macromoléculas complejas compuestas principalmente por carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O) y nitrógeno (N). En menor proporción, pueden contener azufre (S) y fósforo (P). Son polímeros lineales de unidades monoméricas llamadas aminoácidos, que se unen entre sí a través de enlaces peptídicos. Un enlace peptídico se forma entre el grupo carboxilo ($-\text{COOH}$) de un aminoácido y el grupo amino ($-\text{NH}_2$) de otro, liberando una molécula de agua. Esta unión repetitiva genera largas cadenas polipeptídicas.

Una vez sintetizadas, estas cadenas de aminoácidos se pliegan en estructuras tridimensionales altamente específicas, adoptando conformaciones secundarias, terciarias e incluso cuaternarias. Esta estructura tridimensional única es lo que les confiere su funcionalidad biológica. Las proteínas llevan a cabo una vasta gama de funciones vitales:

- **Funciones estructurales:** Forman los componentes principales de tejidos como músculos (actina, miosina), piel (colágeno, elastina), cabello y uñas (queratina).
- **Funciones enzimáticas:** Actúan como catalizadores biológicos, acelerando las reacciones químicas esenciales para el metabolismo (ej., amilasas, lipasas, proteasas).

- **Funciones reguladoras:** Muchas hormonas (ej., insulina, hormona del crecimiento) son proteínas o péptidos que regulan procesos fisiológicos complejos.
- **Funciones de transporte:** Proteínas como la hemoglobina transportan oxígeno en la sangre, mientras que otras transportan nutrientes, iones o fármacos a través de las membranas celulares (ej., transportadores de glucosa).
- **Funciones de defensa:** Los anticuerpos (inmunoglobulinas) son proteínas que participan en la respuesta inmunitaria del organismo.
- **Funciones contráctiles:** Actina y miosina son proteínas esenciales para la contracción muscular.

Además, las proteínas son una de las pocas fuentes dietéticas a través de las cuales el ser humano y otros animales pueden reemplazar el nitrógeno perdido durante los procesos metabólicos catabólicos (4).

Origen de las Proteínas:

Según su procedencia, las proteínas dietéticas se clasifican en:

- 1. Proteínas de origen animal:** Se encuentran en carne (res, cerdo, ave), pescado, huevos y productos lácteos. Se caracterizan por:
 - **Mayor digestibilidad:** Sus estructuras son más fácilmente descompuestas.
 - **Perfil completo de aminoácidos esenciales:** Contienen los nueve aminoácidos esenciales en proporciones adecuadas, por lo que se les denomina proteínas de alto valor biológico (AVB).
 - Mayor contenido de leucina: Son ricas en leucina, clave para la activación de la síntesis proteica muscular.
- 2. Proteínas de origen vegetal:** Se encuentran en legumbres, cereales, frutos secos, semillas y algunas verduras. A menudo:
 - **Pueden contener aminoácidos limitantes:** Carecen o tienen cantidades insuficientes de uno o más aminoácidos esenciales (ej., cereales bajos en lisina, legumbres en metionina).
 - **Menor digestibilidad:** La fibra y otros anti nutrientes pueden reducir ligeramente su digestibilidad.
 - Sin embargo, es posible obtener proteínas de alta calidad mediante la **combinación adecuada y estratégica de diferentes fuentes vegetales** a lo largo del día (5).

Valor Biológico de las proteínas:

El valor biológico (VB) o calidad de una proteína cuantifica la eficiencia con la que la proteína absorbida se utiliza para la síntesis de proteínas corporales. Depende

de la composición y proporciones de aminoácidos, siendo máximo cuando estas proporciones se ajustan a las necesidades del organismo para el crecimiento, la síntesis y la reparación tisular (6).

Para evaluar la presencia de aminoácidos esenciales y posibles limitantes, se utiliza el cómputo o "escore" de aminoácidos, que compara los aminoácidos de una proteína con un patrón de referencia (7).

Se han desarrollado diversos enfoques para evaluar la calidad proteica. En 2011, la Consulta conjunta de expertos FAO/OMS (Auckland, Nueva Zelanda) recomendó la Puntuación de Aminoácidos Corregida por la Digestibilidad de las Proteínas (PDCAAS) como el método preferido para humanos. El PDCAAS considera tanto el perfil de aminoácidos como la digestibilidad.

El otro factor determinante es la digestibilidad, definida como la proporción de nitrógeno proteico consumido que es absorbido. Un método para estimarla es el análisis del nitrógeno fecal, que representa la proteína no absorbida. Parte de estas pérdidas son obligatorias, derivadas de secreciones endógenas (6).

Composición Aminoacídica:

Los aminoácidos (AA) son las unidades monoméricas que forman las proteínas. Existen 20 AA estándar, de los cuales un grupo es clasificado como esencial o indispensable (IAA), ya que el cuerpo humano no puede sintetizarlos y deben obtenerse de la dieta. Los nueve aminoácidos esenciales para adultos son: Fenilalanina, Isoleucina, Leucina, Lisina, Metionina, Treonina, Triptófano, Valina e Histidina.

Dentro de este grupo, tres son particularmente importantes y se conocen como aminoácidos de cadena ramificada (BCAA): Leucina, Isoleucina y Valina. Estos BCAA se metabolizan principalmente en el músculo esquelético y son cruciales para promover la síntesis de proteínas musculares (MPS), influir en las vías de señalización anabólica y participar en el metabolismo de la glucosa. Los BCAA representan aproximadamente el 50% de los aminoácidos esenciales y constituyen casi un tercio de las proteínas del músculo esquelético.

Es importante señalar que los BCAA, y específicamente la leucina, están más concentrados en las proteínas de origen animal en comparación con las vegetales (8). Esta diferencia contribuye a la mayor eficacia de las proteínas animales para estimular la SPM. Una proteína con todos los aminoácidos esenciales en las proporciones adecuadas se considera de alta calidad (9).

SÍNTESIS DE PROTEÍNAS MUSCULARES

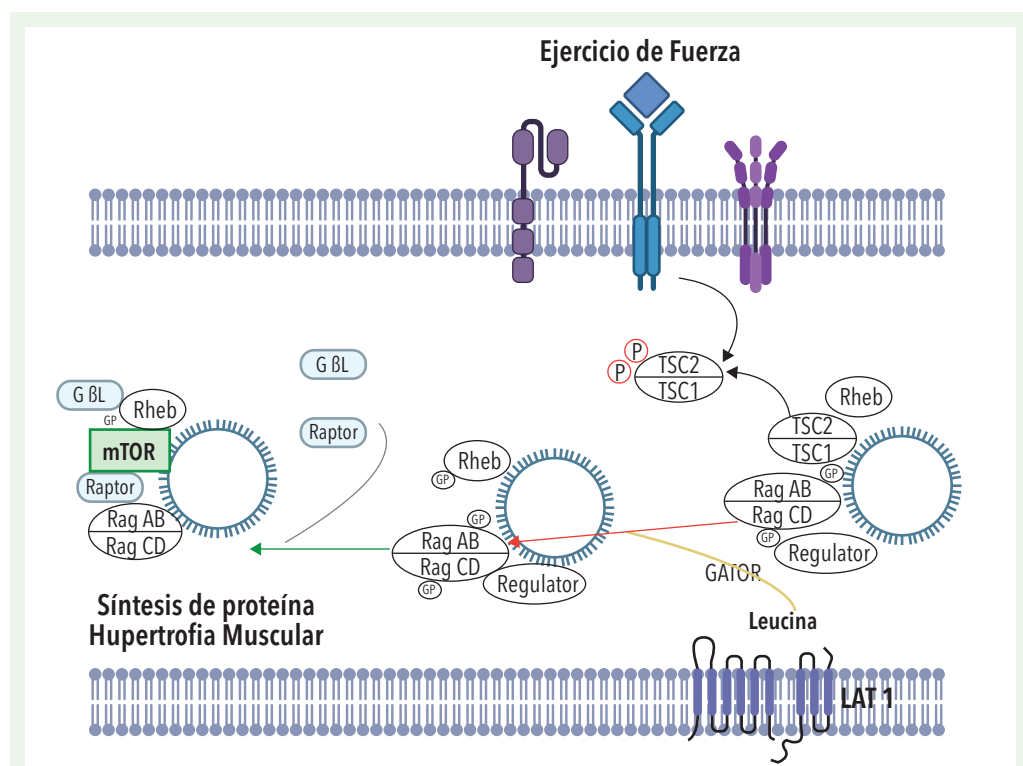
La síntesis de proteína muscular (SPM o MPS, por sus siglas en inglés) es el proceso fundamental mediante el cual las células musculares fabrican nuevas proteínas a partir de aminoácidos. Este proceso es esencial para la reparación, el crecimiento y la adaptación del tejido muscular. Las tasas de SPM pueden ser significativamente

estimuladas cuando aumenta la disponibilidad de aminoácidos en el músculo. La SPM es un proceso estrictamente regulado y puede ser activado por varios estímulos clave, incluyendo el ejercicio físico (especialmente el de fuerza), la insulina y ciertos factores de crecimiento.

En el músculo esquelético, dos procesos dinámicos ocurren simultáneamente: la síntesis de proteínas musculares (SPM) y la degradación de proteínas musculares (DPM). El balance neto de proteínas (BNP), calculado como SPM - DPM, determina si el músculo está en un estado anabólico (ganancia de masa) o catabólico (pérdida de masa). Numerosos estudios han encontrado una fuerte concordancia entre los cambios a corto plazo en la SPM o el BNP y las ganancias de masa muscular a largo plazo, especialmente con el suministro de nutrientes adecuados (10,11) y el estímulo del entrenamiento de fuerza.

Tanto la ingesta de proteínas como el entrenamiento de fuerza son potentes estimuladores de la SPM. Su impacto se magnifica cuando actúan de forma sinérgica, particularmente cuando las proteínas se ingieren después del ejercicio. En individuos saludables, los cambios en la SPM ejercen una influencia mucho mayor sobre la ganancia neta de músculo que los cambios en la DPM.

La **Figura 1** ilustra el mecanismo de activación de la vía mTOR posterior al ejercicio de fuerza y la disponibilidad de leucina, un proceso central en la regulación de la SPM.



Fuente: Adaptado de "Nutrición y la respuesta molecular al entrenamiento de fuerza" (1-4), Baar Keith, 2014, Sport Science Exchange, Vol. 27, N°123 (12).

El proceso detallado es el siguiente: el ejercicio de fuerza induce un estrés mecánico en las células musculares, activando un mecanoreceptor que inicia una cascada de señalización.

- 1. (A) Fosforilación:** El mecanoreceptor fosforila y mueve al inhibidor de mTOR (TSC2), disociándolo de **Rheb**.
- 2. (B) Rheb activado:** La disociación de TSC2 permite que **Rheb** se active, liberando su función inhibidora sobre mTOR.
- 3. (C) Absorción de Aminoácidos:** Simultáneamente, la ingesta de proteínas proporciona aminoácidos, que son absorbidos por el músculo a través de transportadores como **LAT1**. El aumento de LAT1 en la membrana plasmática es crucial para maximizar la actividad de mTOR. Inmediatamente después del entrenamiento de fuerza, LAT1 aumenta en la membrana por un corto período (~90 minutos), y su ARNm permanece elevado por al menos 24 horas.
- 4. (D) Proteínas Rag activadas:** La presencia de aminoácidos intracelulares, especialmente leucina, activa las **proteínas Rag**.
- 5. (E) mTOR se une a Rheb y se activa:** Las proteínas Rag reubican a **mTOR** hacia la forma activa de Rheb. Cuando mTOR se une a Rheb, se activa y puede fosforilar sus dianas, iniciando la síntesis de proteínas.

Por lo tanto, la combinación de ejercicio de fuerza y consumo de proteínas genera una mayor actividad de mTOR y una potenciación de la síntesis de proteínas musculares (12).

Leucina y Síntesis de Proteínas Musculares:

La leucina destaca por su papel preeminente en la regulación de la síntesis de proteínas musculares. Junto con valina e isoleucina, conforma los aminoácidos de cadena ramificada (BCAA). La leucina es el principal activador nutricional de la vía mTOR, estimulando directamente la fosforilación de mTOR y señalizando el inicio de la producción de proteínas musculares. Es un aminoácido esencial que debe ser ingerido, y los BCAA en conjunto constituyen casi un tercio de las proteínas del músculo esquelético. En individuos sanos, el equilibrio entre degradación y síntesis proteica mantiene la masa muscular (9).

Además de activar mTOR, la leucina ha demostrado aumentar el contenido mitocondrial, la expresión de genes relacionados con la biogénesis mitocondrial, la oxidación de ácidos grasos y la actividad de SIRT1, una enzima que regula la longevidad celular y la expresión génica (13).

La presencia de leucina con ejercicios de fuerza, especialmente con tiempo bajo tensión muscular prolongado, puede desencadenar una estimulación retardada pero significativa de la síntesis de proteínas musculares, notable incluso 24 a 30 horas después del entrenamiento (14). Estos efectos anabólicos están mediados por la modulación de la fosforilación de mTOR y 4EBP1, que aumentan la señalización de p70S6K1 (13).

La síntesis de proteínas miofibrilares responde a los aminoácidos de forma dosis-dependiente, pero puede volverse refractaria a una hiperaminoacidemia persistente. La síntesis de proteínas sarcoplásmicas también responde a los aminoácidos, pero puede ser menos sensible (15).

Para optimizar la respuesta anabólica, se recomienda consumir una fuente de proteína rápidamente absorbible y rica en leucina inmediatamente después del ejercicio de fuerza, aprovechando el elevado contenido de LAT1 en la membrana muscular. Además, es crucial mantener niveles elevados de aminoácidos en sangre durante un período prolongado. Se sugiere consumir aproximadamente 20 gramos de proteína en la primera comida del día siguiente al entrenamiento, y luego cada 4 horas para mantener niveles de aminoácidos adecuados, evitando la hiperaminoacidemia (12).

DISCUSIÓN

La optimización de la ingesta proteica para el desarrollo de masa muscular es un tema de constante interés. Tanto los lácteos como las carnes son excelentes fuentes de proteínas de alto valor biológico y son altamente recomendados en la dieta de deportistas.

Proteínas de Origen Vegetal vs. Animal:

Un metaanálisis de 2024 (16) mostró que la ingesta de proteína vegetal aumenta la síntesis muscular, fuerza y rendimiento deportivo si se compara con no consumir proteínas. Sin embargo, su efecto es significativamente menor comparado con la ingesta de proteínas de origen animal (cárnicas o lácteas).

Esta diferencia se atribuye a:

- **Perfil de aminoácidos:** Las proteínas animales tienen un perfil de aminoácidos esenciales más completo y equilibrado. Las vegetales, a menudo, son limitantes en uno o más AA esenciales.
- **Contenido de leucina:** Las proteínas animales son considerablemente más ricas en leucina.
- **Digestibilidad:** Las proteínas animales son generalmente más digestibles.

Aunque las proteínas vegetales pueden no ser tan eficientes por sí solas, una estrategia de combinación de diferentes fuentes vegetales (ej., cereales con legumbres) puede mitigar sus deficiencias, creando un perfil proteico más completo.

Comparación entre Diferentes Fuentes de Proteínas Animales:

Una vez establecido el beneficio superior de las proteínas animales, surge la pregunta sobre diferencias entre ellas. Un estudio comparó la proteína de suero de

leche, la proteína de carne y la maltodextrina. Tras 8 semanas de suplementación post-entrenamiento, la composición corporal y la fuerza máxima mejoraron significativamente en los grupos proteicos, pero no hubo diferencias entre la proteína de carne y la de leche (17).

Esto sugiere que, siempre que la fuente sea de alto valor biológico y contenga un perfil de aminoácidos completo y suficiente leucina, el origen específico dentro del reino animal podría no ser determinante para el aumento de la masa muscular, ofreciendo flexibilidad en la elección.

Formas de Presentación de Suplementos Proteicos:

Un metaanálisis comparó el consumo de proteína de suero de leche en sus presentaciones: concentrado, hidrolizado o aislado. Concluyeron que no existen diferencias significativas en el aumento de la masa muscular entre ellas.

En cuanto a la disminución de la masa grasa, se encontró una diferencia significativa a favor del suero de leche concentrado, que es la forma más común y económica. La razón podría estar relacionada con otros componentes bioactivos en el concentrado, o requerir más investigación. Para la mayoría de los usuarios, la elección entre estas formas se basa en el costo, tolerancia digestiva y preferencias, no en una expectativa de grandes diferencias en la ganancia muscular (18).

Dosis Óptima y Distribución de Proteínas:

La evidencia actual, como el consenso de la Sociedad Internacional de Nutrición Deportiva (19), sugiere que el consumo diario de proteínas para deportistas debería oscilar entre 1.4 g prot/kg peso al día como mínimo y 2.0 g prot/kg peso al día como máximo. Estos cálculos deben ser individualizados.

Un estudio que comparó una dieta normoproteica (1.8 g prot/kg peso) con una dieta de muy alta ingesta (3.4 g prot/kg peso) en deportistas durante 6 semanas de entrenamiento de alta intensidad. Ambas intervenciones consiguieron los mismos resultados en composición corporal y rendimiento físico. Esto indica que un aumento exagerado del consumo de proteínas no se traduce en beneficios adicionales (9).

En cuanto a la forma de consumo (distribución de la dosis diaria), una revisión mostró que consumir dosis de 20 a 40 gramos de proteína por vez es la forma en que este nutriente se utiliza de manera más eficiente para estimular la SPM. Una estrategia de distribución equitativa cada 3-4 horas parece ser la más efectiva para mantener un balance proteico positivo y maximizar el *turnover* proteico muscular (20).

Estos hallazgos colectivos proporcionan una base sólida para las recomendaciones nutricionales prácticas: la cantidad total diaria de proteínas es importante, pero la calidad de la fuente, el contenido de leucina y, crucialmente, la distribución estratégica a lo largo del día, son factores que no deben pasarse por alto.

CONCLUSIÓN

Para maximizar el crecimiento de la masa muscular, ya sea por estética, rendimiento deportivo o prevención de sarcopenia, la evidencia actual destaca la ingesta de proteínas como un factor crucial, siempre en sinergia con el entrenamiento de fuerza. La clave reside no solo en la cantidad total de proteína, sino también en su distribución equitativa a lo largo del día para potenciar la síntesis de proteínas musculares (SPM).

Respecto al origen de las proteínas, las de fuente animal (lácteos, carnes) demuestran una mayor eficacia en la promoción de la SPM en comparación con las vegetales, debido a su perfil completo de aminoácidos esenciales, especialmente la leucina, que activa las vías anabólicas musculares como mTOR. Sin embargo, esto no descarta el valor de las proteínas vegetales, cuya calidad puede mejorarse al combinarse estratégicamente.

En cuanto a las recomendaciones prácticas, la investigación sugiere una ingesta diaria de proteínas que oscila entre 1.4 y 2.0 gramos por kilogramo de peso corporal, con dosis individuales de aproximadamente 20 a 40 gramos para una óptima utilización. Un consumo excesivo más allá de estas recomendaciones no se traduce en beneficios adicionales para la composición corporal o el rendimiento físico. Además, la forma de presentación de los suplementos proteicos (concentrados, hidrolizados o aislados) no parece influir significativamente en el aumento de masa muscular, aunque los concentrados de suero de leche podrían ofrecer ventajas en la reducción de grasa.

En definitiva, una estrategia nutricional efectiva para la hipertrofia muscular y el mantenimiento de la salud muscular implica la integración de un entrenamiento de fuerza regular con un consumo adecuado y estratégicamente distribuido de proteínas de alta calidad, priorizando las de origen animal y asegurando la ingesta suficiente de leucina.

REFERENCIAS

1. Devries MC, Phillips SM. Supplemental protein in support of muscle mass and health: Advantage whey. J Food Sci [Internet]. 2015 Mar 1 [cited 2025 Jul 9];80(S1):A8–15. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25757896/>
2. Paddon-Jones D, Rasmussen BB. Dietary protein recommendations and the prevention of sarcopenia. Curr Opin Clin Nutr Metab Care. 2009 Jan;12(1):86–90.
3. Tipton KD, Rasmussen BB, Miller SL, Wolf SE, Owens-Stovall SK, Petrini BE, et al. Timing of amino acid-carbohydrate ingestion alters anabolic response of muscle to resistance exercise. Am J Physiol Endocrinol Metab [Internet]. 2001 [cited 2025 Jul 9];281(2 44-2). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11440894/>
4. Vieira ER. Elementary Food Science. 1996 [cited 2025 Jul 9]; Available from: <http://link.springer.com/10.1007/978-1-4757-5112-3>
5. Quesada D, Gómez G. ¿Proteínas de origen vegetal o de origen animal?: Una mirada a su impacto sobre la salud y el medio ambiente. Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo [Internet]. 2019

May 1 [cited 2025 Jul 9];2(1):79–86. Available from: <https://revistanutricionclinicametabolismo.org/index.php/nutricionclinicametabolismo/article/view/102>

6. M. M. Suárez López. Evaluación de la calidad de las proteínas en los alimentos calculando el escore de aminoácidos corregido por digestibilidad. *Nutr Hosp* [Internet]. 2006 [cited 2025 Jul 9]; Available from: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112006000100009
7. Food and Agriculture Organization of the United Nations. The State of Food and Agriculture | United Nations iLibrary [Internet]. 2014 [cited 2025 Jul 9]. Available from: <https://www.un-ilibrary.org/content/periodicals/15643352>
8. Lynch H, Johnston C, Wharton C. Plant-Based Diets: Considerations for Environmental Impact, Protein Quality, and Exercise Performance. *Nutrients*. 2018 Dec 1;10(12):1841.
9. Antonio J, Ellerbroek A, Silver T, Orris S, Scheiner M, Gonzalez A, et al. A high protein diet (3.4 g/kg/d) combined with a heavy resistance training program improves body composition in healthy trained men and women - a follow-up investigation. *J Int Soc Sports Nutr* [Internet]. 2015 Oct 20 [cited 2025 Jul 9];12(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26500462/>
10. Hartman JW, Tang JE, Wilkinson SB, Tarnopolsky MA, Lawrence RL, Fullerton A V, et al. Consumption of fat-free fluid milk after resistance exercise promotes greater lean mass accretion than does consumption of soy or carbohydrate in young, novice, male weightlifters. *Am J Clin Nutr*. 2007 Aug;86(2):373–81.
11. Wilkinson SB, Tarnopolsky MA, MacDonald MJ, MacDonald JR, Armstrong D, Phillips SM. Consumption of fluid skim milk promotes greater muscle protein accretion after resistance exercise than does consumption of an isonitrogenous and isoenergetic soy-protein beverage. *Am J Clin Nutr*. 2007 Apr;85(4):1031–40.
12. Baar K. Nutrition and the Molecular Response to Strength Training. *Sports Science Exchange* [Internet]. 2014 [cited 2025 Jul 9]; Available from: <https://www.gssiweb.org/sports-science-exchange/article/sse-123-nutrition-and-the-molecular-response-to-strength-training>
13. Liang C, Curry BJ, Brown PL, Zemel MB. Leucine Modulates Mitochondrial Biogenesis and SIRT1-AMPK Signaling in C2C12 Myotubes. *J Nutr Metab*. 2014;2014:1–11.
14. Burd NA, Andrews RJ, West DWD, Little JP, Cochran AJR, Hector AJ, et al. Muscle time under tension during resistance exercise stimulates differential muscle protein sub-fractional synthetic responses in men. *Journal of Physiology* [Internet]. 2012 Jan [cited 2025 Jul 9];590(2):351–62. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22106173/>
15. Moore DR, Tang JE, Burd NA, Rerечich T, Tarnopolsky MA, Phillips SM. Differential stimulation of myofibrillar and sarcoplasmic protein synthesis with protein ingestion at rest and after resistance exercise. *J Physiol*. 2009 Feb 15;587(4):897–904.
16. Zhao S, Xu Y, Li J, Ning Z. The Effect of Plant-Based Protein Ingestion on Athletic Ability in Healthy People—A Bayesian Meta-Analysis with Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *Nutrients*. 2024 Aug 17;16(16):2748.
17. Sharp M, Shields K, Lowery R, Lane J, Partl J, Holmer C, et al. The effects of beef protein isolate and whey protein isolate supplementation on lean mass and strength in resistance trained individuals - a double blind, placebo controlled study. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 2015 12:1 [Internet]. 2015 Sep 21 [cited 2025 Jul 9];12(1):1–2. Available from: <https://jissn.biomedcentral.com/articles/10.1186/1550-2783-12-S1-P11>
18. Castro LHA, de Araújo FHS, Olímpio MYM, Primo RB de B, Pereira TT, Lopes LAF, et al. Comparative meta-analysis of the effect of concentrated, hydrolyzed, and isolated whey protein supplementation on body composition of physical activity practitioners. *Nutrients* [Internet]. 2019 Sep 1 [cited 2025 Jul 9];11(9). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31480653/>
19. Jäger R, Kerkick CM, Campbell BI, Cribb PJ, Wells SD, Skwiat TM, et al. International Society of Sports Nutrition Position Stand: Protein and exercise. *J Int Soc Sports Nutr* [Internet]. 2017 Jun 20 [cited 2025 Jul 9];14(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28642676/>
20. Schoenfeld BJ, Aragon AA. How much protein can the body use in a single meal for muscle-building? Implications for daily protein distribution. *J Int Soc Sports Nutr*. 2018 Jan 5;15(1).

INTERACCIÓN CALCIO - HIERRO EN UNA MATRIZ LÁCTEA



Fernando Pizarro
Profesor Titular

Coordinador del Programa de Magister en Nutrición y Alimentos, docente e investigador sobre el rol de los micronutrientes en la salud humana.
Instituto de Nutrición y Tecnología de Alimentos, Universidad de Chile

RESUMEN

La leche materna es el alimento primario de los humanos ya que aporta los nutrientes esenciales para el buen crecimiento y desarrollo de los lactantes. Cuando la producción de leche materna es insuficiente o ausente es necesario reemplazarla por leche de otro animal, generalmente por leche de vaca. Sin embargo, hay que considerar que existen diferencias significativas entre la leche humana y la de vaca. La leche de vaca tiene siete veces más caseína y cuatro veces más calcio que la leche humana. Ambas leches contienen muy bajas concentraciones de hierro. La concentración del hierro en la leche de vaca está en el rango de los 0,11-0,59 mg de hierro/L y en la leche humana en el rango de los 0,10-0,82 mg de hierro/L. La literatura establece que las altas cantidades de calcio y caseínas de la leche de vaca inhibiría en la absorción de hierro. Uno de los pocos estudios que miden efecto del calcio de la leche sobre la absorción de hierro demostró, en un grupo de mujeres, que el calcio no inhibe la absorción de hierro y en otro estudio realizado en niños con y sin anemia que la fortificación de la leche con calcio y hierro disminuía levemente la absorción de hierro. Posteriores estudios de absorción de hierro realizados en mujeres demostraron que dosis mayores de 800 mg de calcio (como cloruro de calcio) disminuía significativamente la absorción de hierro. Que sólo la sal citrato de calcio producía inhibición de la absorción de hierro y que la suplementación por un mes de 600 mg de calcio/d no modificaba la absorción de hierro. El hecho de que el calcio no interfiere en la absorción intestinal de hierro se fundamenta en que ambos minerales tienen distintas vías de absorción y por tanto no compiten por entrar al enterocito. El hierro tiene un transportador específico en el borde estriado del enterocito llamado DMT-1 y el calcio es internalizado a través de los canales epiteliales selectivos de calcio llamados TRPV5 y TRPV6. Como el calcio y el hierro son elementos esenciales para

mantener la vida es esencial que sea aportado desde la dieta en forma frecuente y en cantidades adecuadas. Especialmente en edades temprana de la vida. Como la cantidad de hierro de la leche es muy baja se recomienda que sea fortificada con este mineral para llenar los requerimientos de lactantes, niños, adolescentes y mujeres en edad fértil. Existen experiencias exitosas, como la de Chile, donde la entrega gratuita de leches fortificadas con hierro, zinc, y vitaminas C y D han disminuido drásticamente las altas prevalencia de anemia en los lactantes y niños menores. Se concluye que tanto el hierro como el calcio tienen vías de absorción específicas, no compitiendo por entrar al enterocito y que el calcio no interfiere con la absorción del hierro en productos lácteos.

Palabras clave: leche materna, leche de vaca, calcio, hierro, zinc, leche humana.

INTRODUCCIÓN

Luego del nacimiento la leche es el alimento primario de los mamíferos entre ellos, el humano. La leche es producida por la glándula mamaria que ya en la pubertad es estimulada por el estrógeno para iniciar su desarrollo y así favorecer la lactancia (1). Posteriormente durante el embarazo los niveles elevados de progesterona y prolactina inician el desarrollo alveolar en la glándula mamaria, así como la proliferación de las células epiteliales mamarias (2). El estrógeno, la progesterona, la prolactina y la insulina son hormonas necesarias para la diferenciación de las células secretoras epiteliales mamarias, que son capaces de sintetizar y secretar componentes específicos de la leche. Este proceso se denomina "diferenciación secretora" y continúa durante el embarazo (3). Después del parto, los cambios hormonales inician la secreción de leche por parte de las células epiteliales de la glándula mamaria, una etapa denominada "activación de la secreción". En esta etapa, los niveles de progesterona disminuyen drásticamente, mientras que la prolactina, la insulina y el cortisol juegan un rol de regulación (4). Además, la oxitocina secretada por la hipófisis induce la contracción de las células mioepiteliales de la glándula mamaria eyectando leche y desencadenando la succión del pezón materno por parte del lactante (5). La compleja regulación hormonal de la producción y secreción de leche materna puede afectar en gran medida el resultado de la lactancia. La leche materna es el mejor alimento para los infantes durante los primeros seis meses después del nacimiento y se recomienda insistentemente continuar con la lactancia materna junto con alimentos complementarios hasta los dos años de edad (6).

Cuando la producción de leche materna es insuficiente o ausente es necesario reemplazarla por leche de otro animal, generalmente por leche de vaca. Sin embargo, hay que considerar que existen diferencias significativas entre la leche humana y la de vaca. La leche de vaca tiene siete veces más caseína y cuatro veces más calcio que la leche humana (Tabla 1.) Es más, la caseína de la leche de vaca está constituida por un 38% de caseína α s1, 10% caseína α s2, 40% de caseína β y

12 % de caseína K en cambio, la leche humana solo tiene trazas de caseínas α s1 y α s2, 70% de caseína β y 27% de caseína K (7).

Tabla 1. Composición de la leche (8)

Leche	Caseínas (%)	Proteínas del suero (%)	Grasas (%)	Lactosa (%)	Calcio mg/L	Hierro mg/L
Humana	0,4	0,6	3,7	7,0	310	0,36
Vaca	2,8	0,6	3,8	4,8	1200	0,29

Indistintamente la leche humana o de vaca contiene muy bajas concentraciones de hierro. Se ha estimado que la concentración del hierro en la leche de vaca está en el rango de los 0,11-0,59 mg de hierro/L y en la leche humana en el rango de los 0,10-0,82 mg de hierro/L (9). Más aún, la absorción de hierro presente en leche de vaca es menor que la leche humana. En niños de 6 meses nacidos a término, la absorción del hierro presente en leche humana fue del 49% y en leche de vaca del 19% (10). La baja concentración de hierro de las leches se debe a que los mamíferos cuando nacen quedan expuestos a las altas concentraciones de hierro que se encuentra en la corteza terrestre y por consiguiente este hierro contamina todo tipo de alimento que consumen los mamíferos. Evolutivamente para evitar niveles de toxicidad por exposición de altas cantidades de hierro de los alimentos, los primeros mamíferos, disminuyeron al mínimo la cantidad de hierro de la leche, fuente principal de alimento de los recién nacidos. Además, crearon a nivel intestinal barreras que impiden la absorción de altas cantidades de hierro. La más importante es el transportador de metales bivalentes (DMT-1) ubicado en el borde estriado de los enterocitos (11).

El hierro en la leche se encuentra unido a la lactoferrina, glucoproteína de aproximadamente 78 kDa de la familia de proteínas de la transferrina. La lactoferrina desempeña un papel clave en los sistemas especializados para unir el hierro. Por ejemplo, afecta la proliferación y diferenciación celular, dependiendo del grado de saturación de hierro (12). La lactoferrina luego de su deglución es digerida en el estómago por el ácido clorhídrico y las proteasas liberando al hierro que va a formar parte del pool de hierro no hemínico. La absorción de este tipo de hierro, químicamente libre, está condicionado a ser unido por otros productos de la digestión de los alimentos. El ácido ascórbico y los aminoácidos proveniente de carne lo mantienen soluble favoreciendo su absorción. En cambio, los polifenoles, fitatos, fosfatos y caseína lo unen fuertemente impidiendo su absorción intestinal (13).

INTERACCIÓN DE CALCIO EN LA ABSORCIÓN DE HIERRO

El efecto del calcio sobre la absorción del hierro es de particular importancia, debido a que existe la tendencia a fortificar este alimento y otros tipos de lácteos con calcio (16). Los primeros estudios del efecto del calcio sobre la absorción del



hierro se realizaron utilizando pan de harina de trigo fortificado con hierro y calcio. En estos estudios se demostró que a medida que se aumentaba la cantidad de calcio en el pan la absorción de hierro disminuía significativamente (15). Sin embargo, simultáneamente otro estudio demostró que el calcio solo afectaba la absorción de hierro en una dieta basada en pan; 600 mg de calcio disminuyó significativamente la absorción de hierro de 13,0 a 7,3% en una hamburguesa. Pero en los mismos sujetos mostraron que la absorción de hierro era similar, con y sin calcio, cuando estaba ausente la hamburguesa: 21,5 y 18,0% respectivamente (16).

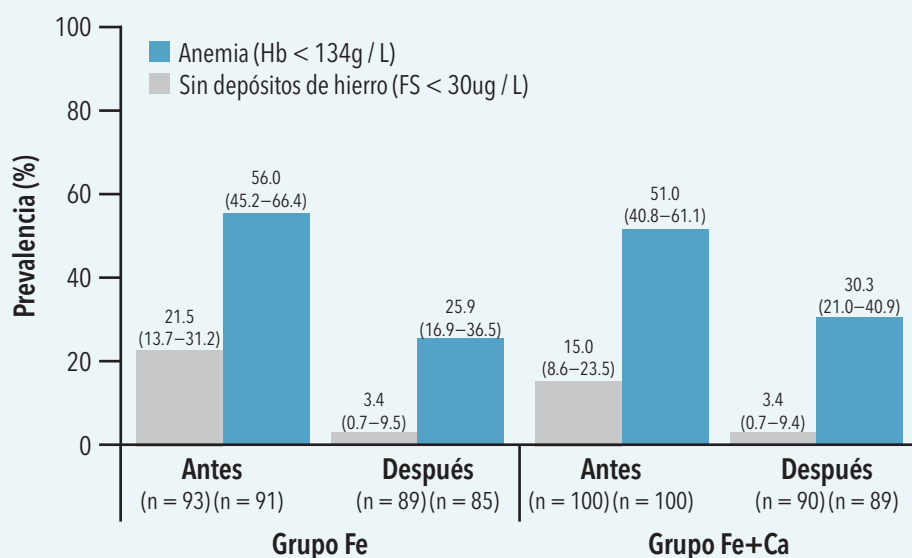
Posteriormente, se pudo comprobar que el calcio inhibe a las fitasas intestinales no pudiendo degradar al ácido fítico, potente inhibidor de la absorción de hierro presente en los cereales (17). Y es en el 2004, en uno de los pocos estudios que miden efecto del calcio de la leche sobre la absorción de hierro donde se demuestra que el calcio no inhibe la absorción de hierro. Este estudio se hizo en 14 mujeres sanas y evaluó la absorción de 13,2 mg hierro, presentes en los alimentos administrados durante el día, cuando se adicionó o no calcio en varias formas. Sin la adición de calcio la biodisponibilidad del hierro fue del 7,4% y al adicionar 800 mg de calcio, como leche de vaca, lactato de calcio o calcio aislado de leche de vaca, la absorción del hierro fue de: 5,2%, 6,7% y 5,1%, respectivamente; diferencias que no fueron estadísticamente significativa (18). Otro estudio, que utilizó isótopos estables de hierro en niños con y sin anemia, demostró que consumir leche con 6 mg de Fe (sulfato ferroso) más 100 o 200 mg de calcio (fosfato de calcio) disminuía levemente la absorción de hierro, con significancia estadística, pero sin diferencia biológica (19).

EFFECTO DEL CALCIO SOBRE LA ABSORCIÓN DE HIERRO SIN LA PRESENCIA DE ALIMENTOS

Para dilucidar el efecto del calcio sobre la absorción de hierro, el Laboratorio de Micronutrientes del Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA) de la Universidad de Chile realizó una serie de estudios de absorción de hierro. Los protocolos y consentimiento de los sujetos fueron aprobados el Comité de Ética del INTA. Estos estudios fueron realizados en mujeres de 35 a 52 años, que utilizaban DIU como métodos anticonceptivos. Para los estudios de absorción de

hierro se utilizaron los isótopos de hierro ^{55}Fe y ^{59}Fe y los sujetos al momento de ingerir los distintos compuestos estaban en ayuna de 8 h. Un primer estudio tuvo por objetivo estudiar el efecto de dosis creciente de calcio sobre la absorción de 5 mg de hierro como sulfato ferroso por dosis. En un grupo de sujetos que consumieron los 5 mg de hierro con 0, 200, 400 y 800 mg de calcio como cloruro de calcio, en solución acuosa, no hubo diferencias significativas en las absorciones de hierro. Sin embargo, en el grupo de mujeres que ingirió los 5 mg de hierro con 1000, 1200 y 1600 mg de calcio se encontró un efecto inhibitorio del calcio sobre la absorción de hierro a partir de 1000 mg de calcio. Esta serie de estudio concluyó que dosis iguales o menores a 800 mg de calcio como cloruro de calcio no afectan la absorción de hierro no hemínico (20). La siguiente serie de estudios tuvo como propósito establecer si el tipo de sal que une al calcio juega un rol importante en la absorción de hierro. En estos estudios participaron dos grupos de 15 mujeres quienes ingirieron 5 mg de hierro como sulfato ferroso junto a 800 mg como gluconato de calcio, citrato de calcio y carbonato de calcio en grupo uno y sulfato de calcio, fosfato de calcio y lactato de calcio en grupo dos. Ambos grupos consumieron el hierro con 800 mg de calcio como cloruro de calcio como sal control. Para comparar la absorción de hierro de ambos grupos se calculó la fracción entre la absorción de Fe con sal de calcio dividido por la absorción de Fe de cloruro de calcio. Este estudio concluyó que las distintas sales de calcio no tienen efectos sobre la absorción de hierro, excepto el citrato de calcio que la disminuye en un 33% (21). Los estudios mencionados anteriormente midieron el efecto agudo del calcio sobre la absorción de hierro. Por tanto, se propuso estudiar el efecto de la suplementación de 600 mg de calcio como carbonato de calcio sobre la absorción de hierro. Para esto se diseñó un estudio de terreno, doble ciego en las cuales un grupo de mujeres consumió diariamente carbonato de calcio y el segundo grupo consumió cápsulas similares a la anterior, pero con placebo durante 34 días. Tanto en el tiempo inicial como al tiempo final se realizaron estudios de absorción de 5 mg de hierro como sulfato ferroso y 5 mg de hierro como ascorbato ferroso como control. Para comparar ambos grupos se calculó la absorción de hierro corregida a un 40% de absorción de hierro de la dosis de ascorbato (22). Este estudio concluyó que tanto el grupo suplementado con calcio como el grupo placebo no modificó la absorción de hierro no-hemínico después de 34 días de suplementación (23). Finalmente, para demostrar el efecto del calcio sobre la absorción de hierro se realizó un estudio de campo. En una escuela periurbana de Sucre, Bolivia, se reclutaron voluntariamente a los escolares para participar en un estudio doble-cego. Aleatoriamente los niños se dividieron en dos grupos: uno de los grupos conformados por 95 niños ingirieron una cápsula con 30 mg de Fe como sulfato ferroso y el segundo grupo (N=100) recibieron los 30 mg de hierro más 600 mg de calcio como carbonato de calcio. Los escolares consumieron los suplementos después de dos horas del desayuno, en los 5 días de escuela por 3 meses. Al inicio y final del estudio se realizaron mediciones antropométricas y pruebas bioquímicas.

Figura 1. Efecto de la suplementación con hierro solo y hierro más calcio sobre la prevalencia de anemia y deficiencia de hierro en escolares de la ciudad de Sucre, Bolivia.



La Figura 1 muestra los resultados del estudio de campo. Se observa que, tanto en el grupo con hierro solo como en el grupo de hierro más calcio la prevalencia de anemia disminuyó significativamente a cerca de un 3%. Igual efecto se observó al medir el impacto sobre las reservas de hierro expresadas como ferritina sérica. El grupo control disminuyó de 56,0 a un 25,9% y el grupo de hierro más calcio disminuyó de un 51,0 a un 30,5% de niños con reservas depletadas, diferencias estadísticamente significativas. Se concluyó que suplementación de calcio y hierro es tan efectiva como la suplementación de hierro solo (24).

VÍAS DE ABSORCIÓN DE HIERRO Y CALCIO

El hecho de que el calcio no interfiere en la absorción intestinal de hierro se fundamenta en que ambos minerales tienen distintas vías de absorción y por tanto no compiten por entrar al enterocito. Como se dijo anteriormente el hierro no hemínico es transportado al interior del enterocito por la DMT-1 cuando el hierro está en estado ferroso ($\text{Fe}+2$). Si el hierro derivado de los alimentos está en estado férrico ($\text{Fe}+3$) primero debe ser reducido por la enzima reductasa férrica citocromo b duodenal (DCyTB) y luego transportado por la DMT-1 al interior del enterocito. En cambio, el calcio tiene dos vías de absorción dependiendo de la cantidad de calcio en la dieta. Cuando el nivel de calcio es bajo se absorbe vía transporte activo dependiente de 1,25 dihidroxivitamina D. Primero el calcio es internalizado a través de los canales epiteliales selectivos de calcio llamados TRPV5 y TRPV6 ubicados en el borde estriado del enterocito y una vez dentro es transportado a la parte basolateral del enterocito por las cabildinas, proteínas sintetizadas sólo en

presencia de 1,25 dihidroxivitamina D. Cuando la concentración de calcio es alta en el quimo, el calcio se absorbe en forma paracelular por un mecanismo pasivo. Debido a que en el lumen intestinal hay 0 mv y en la circulación sanguínea hay 5 mv, por gradiente electroquímica el calcio atraviesa por el espacio intercelular hacia la circulación.

El calcio y el hierro son elementos esenciales para mantener la vida y por tanto es relevante que sea aportado desde la dieta en forma frecuente y en cantidades adecuadas. Especialmente en edades temprana de la vida. El hierro forma parte de la hemoglobina, proteína transportadora de O₂ y CO₂ y participa en todos los procesos de óxido-reducción, por lo que una deficiencia por bajo aporte desde la dieta puede provocar anemia, bajo rendimiento mental y motor y como consecuencia un desarrollo insuficiente para el niño (25). El calcio es el principal catión de la estructura cristalina del hueso y los dientes. Está involucrado en la neurotransmisión, la contracción muscular, la división celular, la fertilización y la coagulación sanguínea. Desde el nacimiento se hace necesario llenar los requerimientos de calcio ya que un recién nacido solo tiene aproximadamente 24 gr de calcio que aumenta hasta los 400 g a los 6 meses de vida y a 1300 g en la madurez en el caso del hombre y 1000 g en el caso de la mujer, requiriendo un promedio de 180 mg diario absorbido para mantener un balance positivo durante los 20 años de crecimiento (26).

La leche materna es rica en calcio, por tanto, una constante y larga lactancia llena sin problema los requerimientos de este nutriente. Sin embargo, la leche materna es pobre en hierro, el recién nacido de término contiene suficiente hierro en sus depósitos para cubrir sus requerimientos durante los 6 primeros meses de vida. Pero a partir de esta edad debe de aportarse hierro biodisponible desde la dieta.

La fortificación con hierro de la leche de vaca ha sido una de las estrategias más exitosas para evitar la anemia por deficiencia de hierro en lactantes. En Chile, el programa de alimentación complementaria distribuye gratuitamente alimentos como: a) Fórmula de inicio para lactantes de 6 a 12 meses de edad que ha sido modificada disminuyendo el contenido de proteína, agregando ácidos grasos polinsaturados y fortificando con 6,6 mg de hierro, 3,3 mg de zinc y 70 mg de ácido ascórbico por cada 100 g de fórmula. Para niños mayores de un año la leche en polvo ha sido fortificada con 10 mg de hierro, 6 mg de zinc, 0,4 mg de cobre, 80 mg de ácido ascórbico y 8,8 ug de vitamina D3. Después de años de instalación de los programas, la prevalencia de anemia ha bajado de 30% a cifras menores de dos dígitos (27). Esta experiencia demuestra que es posible utilizar a la leche, rica en calcio, como vehículo para fortificar con hierro.

Se concluye que tanto el hierro como el calcio tienen vías de absorción específicas, no compitiendo por entrar al enterocito. Que el calcio no interfiere con la absorción del hierro en productos lácteos. Por tanto, es posible fortificar productos lácteos con hierro y favorecedores de la absorción de hierro, como el ácido ascórbico, como estrategia para disminuir la alta prevalencia de anemia en los lactantes y niños de nuestra región.

REFERENCIAS

1. Fu NY, Nolan E, Lindeman GJ, Visvader JE. Stem cells and the differentiation hierarchy in mammary gland development. *Physiol Rev.* 2020;100:489–523.
2. Neville MC, Anderson SM, McManaman JL, Badger TM, Bunik M, Contractor N, et al. Lactation and neonatal nutrition: defining and refining the critical questions. *J Mammary Gland Biol. Neoplasia.* 2012;17:167–188.
3. Truchet S, Honvo-Houéto E. Physiology of milk secretion. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab.* 2017;31:367–384.
4. Pang WW, Hartmann PE. Initiation of human lactation: secretory differentiation and secretory activation. *J Mammary Gland Biol Neoplasia* 2007;12:211–221.
5. Feldman R, Bakermans-Kranenburg MJ. Oxytocin: A parenting hormone. *Curr Opin Psychol.* 2017; 15:13–18.
6. WHO. Lactancia materna. https://www.who.int/es/health-topics/breastfeeding#tab=tab_2.
7. Demott BJ, Dincer B. Binding added iron to various milk proteins. *J Dairy Sci.* 1976;59(9):1557-9.
8. Farrell HM Jr, Malin ELK, Brown EM, Qi PX. Casein micelle structure: What can be learned from milk synthesis and structural biology? *Curr Opin Colloid Interface Sci.* 2006;11:135-147.
9. Fransson GB, Lönnnerdal B. Distribution of trace elements and minerals in human and cow's milk. *Pediatr Res.* 1983;17(11):912-5.
10. Saarinen UM, Siimes MA, Dallman PR. Iron absorption in infants: high bioavailability of breast milk iron as indicated by the extrinsic tag method of iron absorption and by the concentration of serum ferritin. *J Pediatr.* 1977;91(1):36-9.
11. Zoller H, Pietrangelo A, Vogel W, Weiss G. Duodenal metal-transporter (DMT-1, NRAMP-2) expression in patients with hereditary haemochromatosis. *Lancet.* 1999 19;353(9170):2120-3.
12. Lönnnerdal B. Nutritional roles of lactoferrin. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2009;12(3):293-7.
13. Pizarro F, et al. Hierro. En: *Tratado de Nutrición 3ra Ed.* Gil A, Hernández A, et al.(Eds). Ed.Médica Panamericana, Madrid, 2017.
14. Forshee RA, Anderson PA, Storey ML. Changes in calcium intake and association with beverage consumption and demographics: comparing data from CSFII 1994-1996, 1998 and NHANES 1999-2002. *J Am Coll Nutr.* 2006;25(2):108-16.
15. Hallberg L, Brune M, Erlandsson M, Sandberg AS, Rossander-Hultén L. Calcium: effect of different amounts on nonheme- and heme-iron absorption in humans. *Am J Clin Nutr.* 1991;53(1):112-9.
16. Cook JD, Dassenko SA, Whittaker P. Calcium supplementation: effect on iron absorption. *Am J Clin Nutr.* 1991;53(1):106-11.
17. Hurrell RF, Reddy MB, Juillerat MA, Cook JD. Degradation of phytic acid in cereal porridges improves iron absorption by human subjects. *Am J Clin Nutr.* 2003;77(5):1213-9.
18. Grønder-Pedersen L, Bukhave K, Jensen M, Højgaard L, Hansen M. Calcium from milk or calcium-fortified foods does not inhibit nonheme-iron absorption from a whole diet consumed over a 4-d period. *Am J Clin Nutr.* 2004;80(2):404-9.
19. Walczyk T, Muthayya S, Wegmüller R, Thankachan P, Sierksma A, Frenken LG, et al. Inhibition of iron absorption by calcium is modest in an iron-fortified, casein- and whey-based drink in Indian children and is easily compensated for by addition of ascorbic acid. *J Nutr.* 2014;144(11):1703-9.
20. Gaitán D, Flores S, Saavedra P, Miranda C, Olivares M, Arredondo M, et al. Calcium does not inhibit the absorption of 5 milligrams of nonheme or heme iron at doses less than 800 milligrams in nonpregnant women. *J Nutr.* 2011;141(9):1652-6.
21. Candia V, Ríos-Castillo I, Carrera-Gil F, Vizcarra B, Olivares M, Chaniotakis S, Pizarro F. Effect of various calcium salts on non-heme iron bioavailability in fasted women of childbearing age. *J Trace Elem Med Biol.* 2018;49:8-12.
22. Valenzuela C, Olivares M, Brito A, Hamilton-West C, Pizarro F. Is a 40 % absorption of iron from a ferrous ascorbate reference dose appropriate to assess iron absorption independent of iron status? *Biol Trace Elem Res.* 2013;155(3):322-6.
23. Ríos-Castillo I, Olivares M, Brito A, de Romaña DL, Pizarro F. One-month of calcium supplementation does not affect iron bioavailability: a randomized controlled trial. *Nutrition.* 2014;30(1):44-8.
24. Miranda M, Olivares M, Brito A, Pizarro F. Reducing iron deficiency anemia in Bolivian school children: calcium and iron combined versus iron supplementation alone. *Nutrition.* 2014;30(7-8):771-5.
25. de Andraca I, Castillo M, Walter T. Psychomotor development and behavior in iron-deficient anemic infants. *Nutr Rev.* 1997;55(4):125-32.
26. Institute of Medicine. Dietary reference intakes for calcium and Vitamin D. 2020. <https://nap.nationalacademies.org/resource/13050/Vitamin-D-and-Calcium-2010-Report-Brief.pdf>.
27. Brito A, Olivares M, Pizarro T, Rodríguez L, Hertrampf E. Chilean complementary feeding program reduces anemia and improves iron status in children aged 11 to 18 months. *Food Nutr Bull.* 2013;34(4):378-85.)

IMPORTANCIA DEL CALCIO, VITAMINA D Y OTROS NUTRIENTES EN LA OSTEOPOROSIS



Luis Fernando Vidal Neira
Médico Reumatólogo

Director Médico del Centro Diagnóstico de la Osteoporosis y
Enfermedades Reumáticas (CEDOR)
Chair of the Latin American Advisory Council. International Osteoporosis
Foundation.
Ex-Presidente de la Sociedad Peruana de Reumatología

RESUMEN

La osteoporosis es una enfermedad metabólica ósea caracterizada por una disminución de la densidad mineral ósea y un aumento del riesgo de fracturas, especialmente en adultos mayores y mujeres posmenopáusicas. Entre los factores determinantes en su prevención y tratamiento destacan el calcio y la vitamina D, micronutrientes esenciales para la salud ósea, que actúan conjuntamente con una dieta balanceada, la ingesta apropiada de proteínas y el ejercicio físico adecuado para optimizar la salud ósea.

Este artículo revisa la evidencia científica actual sobre las necesidades diarias de calcio y vitamina D; y los beneficios de su suplementación en la prevención de la pérdida de masa ósea y el incremento en el riesgo de fracturas. Asimismo, se remarca el efecto de los suplementos con la dieta o mediante suplementos farmacéuticos.

Se concluye que una estrategia preventiva integral que incluya el aporte adecuado de estos nutrientes, combinada con actividad física y control de factores de riesgo, resulta esencial para preservar la salud ósea y reducir el impacto de la osteoporosis en los adultos mayores.

Palabras Claves: vitamina D, salud ósea, calcio, osteoporosis, enfermedad metabólica

INTRODUCCIÓN

Organización Mundial de la Salud (OMS) en 1994 definió a la osteoporosis como una “enfermedad esquelética sistémica y progresiva, caracterizada por una baja masa ósea y el deterioro de la microarquitectura del tejido óseo, con el consiguiente incremento de la fragilidad ósea y una mayor susceptibilidad a las fracturas” (1). Esta entidad tiene una elevada prevalencia poblacional y está asociada con una importante morbilidad y mortalidad (2).

La osteoporosis tiene una etiopatogenia multifactorial y en la presente revisión nos centraremos en los aspectos nutricionales, relacionados al metabolismo mineral y la importancia del calcio, la vitamina D y las proteínas.

En la homeostasis del calcio están involucrados el hueso, la glándula paratiroides, el intestino, los riñones y otros tejidos, que actúan conjuntamente para mantener el calcio sérico dentro de los rangos normales (3). Los niveles bajos de calcio sérico estimulan la secreción de paratohormona (PTH), que aumenta la reabsorción renal de calcio y la resorción ósea, este último efecto se asocia con pérdida de hueso. Además, a nivel renal, la PTH estimula la conversión de 25(OH)D o calcidiol en 1,25(OH)₂D o calcitriol, la forma activa de esta vitamina, que a su vez aumenta la absorción intestinal de calcio y fósforo (4,5) y también la disponibilidad de estos elementos para la mineralización ósea (3,6,7).

El hueso es un tejido de consistencia dura, especializado y metabólicamente muy activo; y forma el almacén rígido del cuerpo humano, proporcionando soporte, estabilidad para la marcha y protección de órganos internos. Adicionalmente, funciona como reservorio de minerales y contienen a la médula ósea, que produce y alberga a las células hematopoyéticas (8).

Anatómicamente existen dos tipos de hueso, el cortical (o compacto) y el trabecular (o esponjoso), el primero forma el recubrimiento externo denso y duro del hueso; mientras que el hueso trabecular consiste en una malla tridimensional de trabéculas óseas y los espacios libres están ocupados por la médula ósea (9). La cantidad de hueso cortical es cuatro veces mayor en comparación con el hueso trabecular; sin embargo, la tasa de recambio óseo es 8 veces mayor en el hueso trabecular que el cortical, de manera que es metabólicamente más activo (9,10).

El hueso contiene diferentes tipos de células, responsables de la formación, resorción, mantenimiento y remodelamiento óseo. Los osteoblastos son responsables de la síntesis de la matriz ósea y su posterior mineralización. Los osteocitos son osteoblastos que se incorporan al osteoide recién formado, el cual finalmente se convierte en hueso calcificado. Los osteocitos actúan como un mecanostato y responden a los cambios en las fuerzas físicas sobre el hueso. Los osteoclastos son células multinucleadas, similares a los macrófagos y son responsables de la resorción del hueso, mediante la secreción de ácido y enzimas óseas (9,11).

El hueso a lo largo de la vida cambia en forma, tamaño y disposición espacial; dos procesos dirigen estos cambios, el modelamiento y el remodelamiento óseo. El

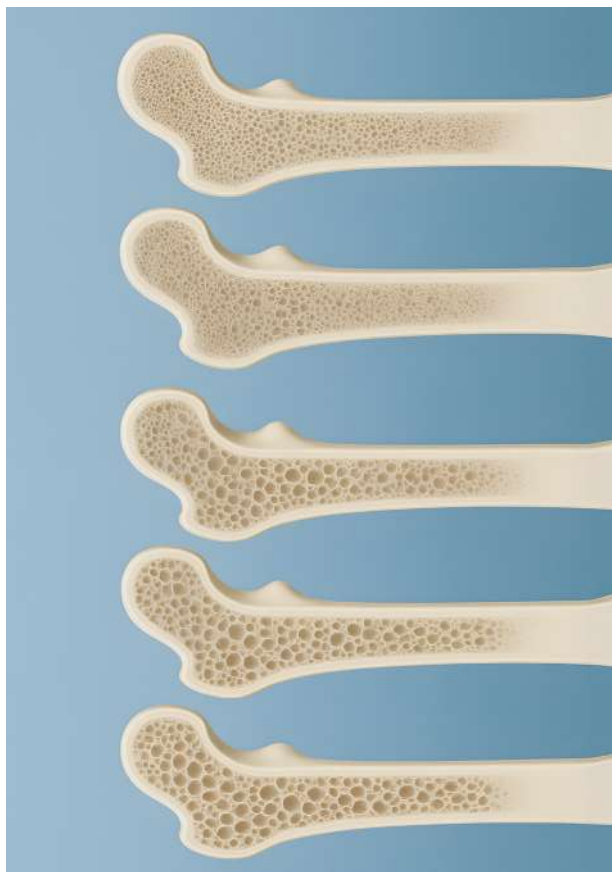
modelamiento óseo es el responsable del crecimiento del hueso y termina al final de la pubertad con la osificación de las placas de crecimiento (12,13).

El remodelamiento óseo se inicia después de alcanzar el pico de masa ósea y mediante este proceso se mantiene la integridad estructural del hueso, removiendo parcelas de hueso viejo y reemplazándolas por hueso nuevo. Este proceso no cambia el tamaño del hueso, pero permite la adaptación a las cargas mecánicas y es necesario para la homeostasis del calcio (8,13).

La función de los osteoblastos y osteoclastos está acoplada en las denominadas unidades multicelulares óseas. La función coordinada de estas células mantiene al tejido óseo viable, una resorción ósea excesiva por los osteoclastos sin el depósito de hueso nuevo por los osteoblastos se asocia con pérdida ósea y osteoporosis (8). En el hueso cortical, el incremento en la tasa de remodelamiento resulta en porosidad cortical; mientras que en el hueso trabecular resulta en adelgazamiento trabecular (13).

El hueso maduro resulta de dos procesos consecutivos, la síntesis del material osteoide a cargo de los osteoblastos y la mineralización del mismo al añadir mineral a la matriz osteoide. La capacidad de mineralización del tejido óseo mediante la formación de cristales de hidroxapatita proporciona la dureza, la resistencia y el comportamiento mecánico característicos de los huesos. La vitamina D participa en múltiples pasos del proceso de mineralización (14).

La mineralización incompleta de la matriz osteoide se traduce como raquitismo en el niño y osteomalacia en el adulto; ambas entidades se asocian con una fortaleza ósea disminuida (14).



IMPACTO DE LA OSTEOPOROSIS

La prevalencia de osteoporosis se incrementa con la edad y es más frecuente en las mujeres después de la menopausia. Es importante considerar que el incremento de la expectativa de vida poblacional, va a generar a futuro un aumento en el riesgo de fracturas por fragilidad (1).

La principal complicación de la osteoporosis son las fracturas por fragilidad, definidas como fracturas frente a traumatismos de baja energía, que normalmente no producirían una fractura (IOF). Las fracturas se producen principalmente en columna, cadera, antebrazo y hombros.

La fractura de cadera es la complicación más temida de la osteoporosis, se asocia con una mortalidad del 20% al 40% al primer año de producida la fractura; y entre los que sobreviven, sólo el 30%-40% recuperan su estado funcional previo (15). Sin embargo y a pesar de las complicaciones potencialmente severas, el 74.4% de pacientes con fracturas osteoporóticas no son diagnosticados ni reciben tratamiento (16).

La “masa ósea” y el “pico de masa ósea” son conceptos importantes para entender la etiopatogenia de la osteoporosis. La masa ósea se refiere a la cantidad de hueso que tenemos en cualquier momento de la vida; y se expresa numéricamente mediante la medición de la densidad mineral ósea (DMO) obtenida con el estudio de densitometría ósea por tecnología DXA (absortimetría dual de rayos X). El pico de masa ósea representa la mayor cantidad de hueso que se adquiere durante la vida al final de la maduración esquelética. El pico de masa ósea refleja el máximo potencial individual y genético de la fortaleza ósea (17,18).

DIAGNÓSTICO DE LA OSTEOPOROSIS

La densitometría ósea es la prueba que se emplea para valorar la DMO. Esta técnica es rápida, precisa y somete al paciente a una baja dosis de radiación, por lo cual se emplea de manera sistemática en la práctica clínica.

Tabla 1. Criterios de la OMS para definir el estatus óseo

Categoría	T-score
Masa ósea normal	-1.0 a +1.0
Osteopenia	-1.0 a -2.49
Osteoporosis	≤ -2.5
Osteoporosis severa	≤ -2.5 más fracturas

OMS: Organización Mundial de la Salud.
Tabla adaptada de la referencia: WHO et al.

Una densitometría ósea completa consiste en escanear la columna y la cadera; pero si cualquiera de estas dos áreas anatómicas no puede ser evaluada, se debe escanear el antebrazo (19). Los valores de la DMO se expresan en g/cm², en base a los cuales se obtienen dos coeficientes de utilidad para el diagnóstico: El T-score y el Z-score. El T-score se emplea para el diagnóstico del estatus óseo en mujeres posmenopáusicas y en varones por encima de los 50 años; y permite definir 3 categorías según el valor del T-score: hueso normal, osteopenia y osteoporosis (ver Tabla 1). En cambio, en las mujeres premenopáusicas y varones menores de 50

años se debe emplear el Z-Score. Un Z-score por debajo de -2.0 indica una masa ósea baja para la edad, mientras que un Z-score de -2.0 o más, indica una masa ósea adecuada para su edad (20).

LA MASA ÓSEA A LO LARGO DE LA VIDA

La mayor ganancia de masa ósea se produce durante la niñez y la adolescencia, se calcula que el 95% del hueso del adulto se adquiere al final de la adolescencia y la ganancia de hueso durante estas etapas de la vida son las responsables de alcanzar un pico de masa ósea adecuado (21).

El cese de la función ovárica con la menopausia se asocia con la pérdida paulatina de masa ósea. El envejecimiento, también se asocia con pérdida ósea y afecta tanto a varones como a mujeres (22). El riesgo de osteoporosis en la mujer está determinado por el pico de masa ósea que se adquiere al final de la adolescencia y la tasa de pérdida de masa ósea durante la posmenopausia (21,23).

A pesar de que el 60%-80% de la varianza en el pico de masa ósea está determinada genéticamente. Los factores ambientales como la actividad física y la dieta pueden influenciar en el pico de masa ósea (17,18,24). Las estrategias de prevención de la osteoporosis se basan en maximizar el pico de masa ósea durante la infancia y adolescencia, mantener la masa ósea en la edad adulta y prevenir la pérdida ósea después de la menopausia. Las estrategias consisten en una adecuada ingesta de calcio, vitamina D y proteínas, una dieta balanceada, mantener una actividad física regular y evitar el tabaco y alcohol (17,18,24).

Durante la etapa de crecimiento y desarrollo, el crecimiento del esqueleto se produce mediante la acción coordinada de la formación y resorción ósea para permitir que los huesos se expandan y se alarguen hasta alcanzar su forma adulta (18). Este proceso se conoce como modelamiento óseo y es sensible a factores genéticos, hormonales, nutricionales y también a la carga mecánica, este último enfatiza la importancia de la actividad física sobre la masa ósea (18).

El contenido mineral en el hueso se acumula de manera paulatina durante la infancia, pero la mayor cantidad de acreción de calcio en el esqueleto ocurre durante del inicio de la pubertad; y alcanzan su punto máximo poco después del cese de crecimiento (18).

LA IMPORTANCIA DEL CALCIO, VITAMINA D Y PROTEÍNAS EN LA PREVENCIÓN DE LA OSTEOPOROSIS

La ingesta de calcio y vitamina D en la infancia y adolescencia se consideran un factor importante para maximizar el pico de masa ósea y para la prevención de la osteoporosis en la edad adulta (25). Algunos metaanálisis cuestionan esta

asociación (26,27), pero fueron objetados por aspectos de diseño y metodológicos, además de incluir estudios con rangos variables de suplementos de calcio y suplementos no lácteos como fuente de calcio (28,29).

Contrariamente, otros metaanálisis y estudios clínicos encuentran un beneficio objetivo del suplemento de calcio -particularmente con la dieta- en optimizar la DMO en niños y adolescentes (30–33). Estos hallazgos remarcan que el consumo de productos lácteos incrementa significativamente el contenido mineral óseo; pero permanece aún por establecer la duración y persistencia de este efecto (28).

En la edad adulta, el aporte adecuado de calcio y vitamina D disminuyen el hiperparatiroidismo secundario, reducen la tasa de remodelamiento óseo y ayudan a prevenir la pérdida de hueso y el riesgo de caídas y fracturas, particularmente en los adultos mayores (1,34,35). La información derivada de diferentes estudios ha ayudado a entender la forma adecuada de administrar suplementos de calcio y vitamina D.

En el metanálisis de Avenell (34) que incluyó a 31 ECC con 36,282 participantes, se encontró que el suplemento solo de vitamina D no reducía el riesgo de fracturas, pero la combinación de calcio y vitamina D redujo el riesgo de fractura de cadera en un 16% y de fracturas totales en el 5% (34).

Bolland et al. (36), en un metanálisis que incluyó 81 estudios con 53,537 participantes, no encontró eficacia de la vitamina D sola en reducir el riesgo de fracturas y caídas, pero se debe considerar que solo el 6% de los participantes eran deficientes de vitamina D al basal; y se incluyeron estudios que empleaban dosis excesivamente altas de vitamina D en forma de bolos intermitentes. Además, se excluyeron también a los estudios clínicos que combinaban calcio con vitamina D (36). Contrariamente, el metaanálisis de Yao, incluyó 11 estudios observacionales con 39,141 participantes; y encontró que la combinación de calcio con vitamina D, se asoció con una reducción del 6% en el riesgo de cualquier fractura y del 16 % en el de fracturas de cadera (35).

El metaanálisis de Liu et al. (37) incluyeron a 15 estudios (5 de los cuales evaluaban productos lácteos fortificados), con 78,206 mujeres posmenopáusicas. La combinación de calcio y vitamina D aumentó significativamente la DMO total, en la columna lumbar, brazos y cuello femoral, además de reducir significativamente la incidencia de fractura de cadera (37).

Estos metaanálisis demuestran que la eficacia de los suplementos de calcio y vitamina D en reducir el riesgo de caídas y fracturas en los adultos mayores depende de diferentes factores, entre los cuales, es importante remarcar que ambos nutrientes actúan cuando se administran en conjunto y no de manera independiente (7,38).

Adicionalmente influyen en la eficacia, las dosis administradas, el esquema de administración (dosis diarias altas o intermitentes en el caso de la vitamina D); y particularmente el estatus del nutriente. Si existe deficiencia de calcio o vitamina D, los suplementos van a ser efectivos; pero en los pacientes suficientes, el suplemento

excesivo no se va a asociar con efectos fisiológicos beneficiosos, sino más bien con eventos adversos potenciales (38).

Las proteínas de la dieta son nutrientes importantes al aportar los aminoácidos necesarios para la formación de la matriz ósea; y responsables del 2% al 4% en la varianza de la DMO (17,24). Se plantea también, que conjuntamente con el ejercicio, las proteínas podrían actuar estimulando el factor de crecimiento similar a la insulina tipo I (IGF-1), promoviendo el crecimiento al estimular la proliferación de los condrocitos en la placa epifisiaria

(24,39). Adicionalmente, la IGF-I estimula la formación del calcitriol, la forma activa de esta vitamina, favoreciendo una mayor absorción intestinal de calcio y fósforo (21).

La ingesta adecuada de proteínas en los niños es necesaria para el hueso en crecimiento; y en el adulto mayor la reposición de proteínas influye positivamente tanto en la DMO como en la masa muscular, ayudando a prevenir caídas y fracturas por fragilidad (40).



RIESGOS ASOCIADOS AL SUPLEMENTO DE CALCIO Y VITAMINA D

El exceso de calcio se ha relacionado con una serie de eventos adversos que incluyen hipercalcemia, hipercalcemia, nefrolitiasis, constipación y calcificaciones vasculares y de tejidos blandos (41); estos eventos adversos se han asociado más con el uso de suplementos farmacéuticos o el consumo excesivo de alimentos fortificados, que con la ingesta de lácteos con la dieta (42).

Algunos metaanálisis encontraron un mayor riesgo de eventos vasculares como enfermedad cardíaca, coronaria o cerebrovascular, con el suplemento de calcio con la dieta o con suplementos farmacéuticos (43). Sin embargo; otros investigadores reportaron que la administración de productos lácteos no se asocia con infarto miocárdico (44,45); pero el riesgo se incrementa entre los usuarios de suplementos farmacéuticos (46). Los suplementos farmacéuticos de calcio, particularmente a dosis altas producen un incremento en el calcio sérico, que puede exceder el rango normal; y no reproducen los mismos efectos metabólicos que el calcio administrado con los alimentos (42). Diversos investigadores enfatizan que las fuentes dietéticas de calcio al producir un efecto similar sobre la DMO en comparación con los suplementos farmacéuticos; y no estar relacionados con los

eventos adversos cardiovasculares, deben ser consideradas la fuente primaria de calcio a lo largo de la vida (42,47,48).

Los productos lácteos representan una fuente nutricional importante debido a su alto contenido en calcio, proteínas, magnesio, potasio, zinc y fósforo, en comparación con otros alimentos comunes en la dieta de un adulto (17,24,49). Estos nutrientes son necesarios para adquirir un pico de masa ósea adecuada y evitar la pérdida de hueso en la edad adulta, con lo cual se ayuda a prevenir la osteoporosis y fracturas.

REFERENCIAS

1. Gullberg B, Johnell O, Kanis JA. World-wide Projections for Hip Fracture. *Osteoporosis International*. 1997 Sep;7(5):407–13.
2. Vidal M, Thibodaux RJ, Neira LFV, Messina OD. Osteoporosis: a clinical and pharmacological update. *Clin Rheumatol*. 2019 Feb 12;38(2):385–95.
3. Fleet JC. Vitamin D-Mediated Regulation of Intestinal Calcium Absorption. *Nutrients*. 2022 Aug 16;14(16):3351.
4. Gil Á, Plaza-Díaz J, Mesa MD. Vitamin D: Classic and Novel Actions. *Ann Nutr Metab*. 2018;72(2):87–95.
5. Arnold A, Dennison E, Kovacs CS, Mannstadt M, Rizzoli R, Brandi ML, et al. Hormonal regulation of biomineralization. *Nat Rev Endocrinol*. 2021 May 16;17(5):261–75.
6. Bronner F. Mechanisms of intestinal calcium absorption. *J Cell Biochem*. 2003 Feb 6;88(2):387–93.
7. Vidal Wilman M, E. Lane N. The importance of vitamin D. *Rheumatology and Orthopedic Medicine*. 2020;5(1).
8. Florencio-Silva R, Sasso GR da S, Sasso-Cerri E, Simões MJ, Cerri PS. Biology of Bone Tissue: Structure, Function, and Factors That Influence Bone Cells. *Biomed Res Int*. 2015;2015:1–17.
9. Razi AE, Hershman SH. Vertebral Compression Fractures in Osteoporotic and Pathologic Bone: A Clinical Guide to Diagnosis and Management. *Vertebral Compression Fractures in Osteoporotic and Pathologic Bone: A Clinical Guide to Diagnosis and Management*. 2020 Jan 1;1–233.
10. Ott SM. Cortical or Trabecular Bone: What's the Difference? *Am J Nephrol*. 2018;47(6):373–5.
11. Crockett JC, Rogers MJ, Coxon FP, Hocking LJ, Helfrich MH. Bone remodelling at a glance. *J Cell Sci*. 2011 Apr 1;124(7):991–8.
12. Seeman E. Bone Modeling and Remodeling. *Crit Rev Eukaryot Gene Expr*. 2009;19(3):219–33.
13. Allen MR, Burr DB. Bone Modeling and Remodeling. *Basic and Applied Bone Biology* [Internet]. 2014 Jan 1 [cited 2025 Jul 9];75–90. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780124160156000046>
14. Murshed M. Mechanism of Bone Mineralization. *Cold Spring Harb Perspect Med*. 2018 Dec;8(12):a031229.
15. Guzon-Illescas O, Perez Fernandez E, Crespí Villarias N, Quirós Donate FJ, Peña M, Alonso-Blas C, et al. Mortality after osteoporotic hip fracture: incidence, trends, and associated factors. *J Orthop Surg Res*. 2019 Dec 4;14(1):203.
16. Bougioukli S, Kollia P, Koromila T, Varitimidis S, Hantes M, Karachalios T, et al. Failure in diagnosis and under-treatment of osteoporosis in elderly patients with fragility fractures. *J Bone Miner Metab* [Internet]. 2019 Mar 15 [cited 2025 Jul 9];37(2):327–35. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29667007/>
17. Rizzoli R, Chevalley T. Nutrition and Osteoporosis Prevention. *Curr Osteoporos Rep*. 2024 Dec 25;22(6):515–22.

18. Weaver CM, Gordon CM, Janz KF, Kalkwarf HJ, Lappe JM, Lewis R, et al. The National Osteoporosis Foundation's position statement on peak bone mass development and lifestyle factors: a systematic review and implementation recommendations. *Osteoporosis International*. 2016 Apr 8;27(4):1281–386.
19. Akhilarova K, Khusainova R, Minniakhmetov I, Mokrysheva N, Tyurin A. Peak Bone Mass Formation: Modern View of the Problem. *Biomedicines*. 2023 Nov 6;11(11):2982.
20. International Society for Clinical Densitometry. Official Positions 2023 - ISCD [Internet]. 2023 [cited 2025 Jul 9]. Available from: <https://iscd.org/official-positions-2023/>
21. Rizzoli R, Bianchi ML, Garabédian M, McKay HA, Moreno LA. Maximizing bone mineral mass gain during growth for the prevention of fractures in the adolescents and the elderly. *Bone*. 2010 Feb;46(2):294–305.
22. Qadir A, Liang S, Wu Z, Chen Z, Hu L, Qian A. Senile osteoporosis: The involvement of differentiation and senescence of bone marrow stromal cells. *Int J Mol Sci* [Internet]. 2020 Jan 1 [cited 2025 Jul 9];21(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31948061/>
23. Heaney RP. Achieving the protection of high peak bone mass. *Osteoporosis International*. 2016 Apr 5;27(4):1279–80.
24. Rizzoli R, Chevalley T. Bone health: biology and nutrition. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2024 Jan;27(1):24–30.
25. de Oliveira CF, da Silveira CR, Beghetto M, de Mello PD, de Mello ED. Assessment of calcium intake by adolescents. *Revista Paulista de Pediatria* [Internet]. 2014 [cited 2025 Jul 9];32(2):216–20. Available from: <https://www.scielo.br/j/rpp/a/ndV9hF8mtxfRlFpPgvsCC/?lang=en>
26. Winzenberg T, Shaw K, Fryer J, Jones G. Effects of calcium supplementation on bone density in healthy children: meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ* [Internet]. 2006 Oct 12 [cited 2025 Jul 9];333(7572):775. Available from: <https://www.bmj.com/content/333/7572/775>
27. Lanou AJ, Berkow SE, Barnard ND. Calcium, Dairy Products, and Bone Health in Children and Young Adults: A Reevaluation of the Evidence. *Pediatrics* [Internet]. 2005 Mar 1 [cited 2025 Jul 9];115(3):736–43. Available from: </pediatrics/article/115/3/736/67234/Calcium-Dairy-Products-and-Bone-Health-in-Children>
28. Fenton TR, Hanley DA. Calcium, Dairy Products, and Bone Health in Children and Young Adults: An Inaccurate Conclusion. *Pediatrics* [Internet]. 2006 Jan 1 [cited 2025 Jul 9];117(1):259–60. Available from: </pediatrics/article/117/1/259/67989/Calcium-Dairy-Products-and-Bone-Health-in-Children>
29. Karp R, Hassink S. Calcium, Dairy Products, and Bone Health in Children and Young Adults. *Pediatrics* [Internet]. 2005 Jun 1 [cited 2025 Jul 9];115(6):1792–1792. Available from: </pediatrics/article/115/6/1792/67442/Calcium-Dairy-Products-and-Bone-Health-in-Children>
30. Merrilees MJ, Smart EJ, Gilchrist NL, Frampton C, Turner JG, Hooke E, et al. Effects of dairy food supplements on bone mineral density in teenage girls. *Eur J Nutr* [Internet]. 2000 [cited 2025 Jul 9];39(6):256–62. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s003940070004>
31. Huncharek M, Muscat J, Kupelnick B. Impact of dairy products and dietary calcium on bone-mineral content in children: Results of a meta-analysis. *Bone* [Internet]. 2008 Aug 1 [cited 2025 Jul 9];43(2):312–21. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S875632820800135X?via%3Dihub>
32. Pan K, Zhang C, Yao X, Zhu Z. Association between dietary calcium intake and BMD in children and adolescents. *Endocr Connect* [Internet]. 2020 Mar 1 [cited 2025 Jul 9];9(3):194–200. Available from: <https://ec.bioscientifica.com/view/journals/ec/9/3/EC-19-0534.xml>
33. DU X, Zhu K, Trube A, Zhang Q, Ma G, Hu X, et al. School-milk intervention trial enhances growth and bone mineral accretion in Chinese girls aged 10–12 years in Beijing. *British Journal of Nutrition* [Internet]. 2004 Jul [cited 2025 Jul 9];92(1):159–68. Available from: <https://www.cambridge.org/core/journals/british-journal-of-nutrition/article/schoolmilk-intervention-trial-enhances-growth-and-bone-mineral-accretion-in-chinese-girls-aged-1012-years-in-beijing/8647AFC-C4DD2A15A4917B3C2C10FA18D>
34. Avenell A, Mak JCS, O'connell D. Vitamin D and vitamin D analogues for preventing fractures in post-menopausal women and older men. *Cochrane Database of Systematic Reviews* [Inter-

- net]. 2014 Apr 14 [cited 2025 Jul 9];2014(4). Available from: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD000227.pub4/full>
35. Yao P, Bennett D, Mafham M, Lin X, Chen Z, Armitage J, et al. Vitamin D and Calcium for the Prevention of Fracture: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Netw Open* [Internet]. 2019 Dec 2 [cited 2025 Jul 9];2(12):e1917789–e1917789. Available from: <https://jamanetwork.com/journals/jamanetworkopen/fullarticle/2757873>
 36. Bolland MJ, Grey A, Avenell A. Effects of vitamin D supplementation on musculoskeletal health: a systematic review, meta-analysis, and trial sequential analysis. *Lancet Diabetes Endocrinol* [Internet]. 2018 Nov 1 [cited 2025 Jul 9];6(11):847–58. Available from: <https://www.thelancet.com/action/showFullText?pii=S2213858718302651>
 37. Liu C, Kuang X, Li K, Guo X, Deng Q, Li D. Effects of combined calcium and vitamin D supplementation on osteoporosis in postmenopausal women: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Food Funct* [Internet]. 2020 Dec 17 [cited 2025 Jul 9];11(12):10817–27. Available from: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2020/fo/d0fo00787k>
 38. Vidal L. Doses and Schemes for Correcting Vitamin D Deficiency: An Update. *Food & Nutrition Journal* [Internet]. 2024 Feb 25 [cited 2025 Jul 9];9(1). Available from: <https://www.gavinpublishers.com/article/view/doses-and-schemes-for-correcting-vitamin-d-deficiency-an-update>
 39. Chevalley T, Bonjour JP, Ferrari S, Rizzoli R. High-Protein Intake Enhances the Positive Impact of Physical Activity on BMC in Prepubertal Boys. *Journal of Bone and Mineral Research* [Internet]. 2008 Jan 1 [cited 2025 Jul 9];23(1):131–42. Available from: <https://dx.doi.org/10.1359/jbmr.070907>
 40. Bonjour JP. Protein Intake and Bone Health. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research* 2011, 81(2-3), 134–142 [Internet]. 2013 Jan 7 [cited 2025 Jul 9];81(2–3):134–42. Available from: <https://www.imrpress.com/journal/IJVN/81/2-3/10.1024/0300-9831/a000063>
 41. AC R, CL T, AL Y, HB DV. Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D. Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D [Internet]. 2011 Mar 30 [cited 2025 Jul 9]; Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21796828/>
 42. Reid IR, Bolland MJ. Calcium supplements: bad for the heart? *Heart* [Internet]. 2012 Jun 15 [cited 2025 Jul 9];98(12):895–6. Available from: <https://heart.bmj.com/content/98/12/895>
 43. Myung SK, Kim HB, Lee YJ, Choi YJ, Oh SW. Calcium Supplements and Risk of Cardiovascular Disease: A Meta-Analysis of Clinical Trials. *Nutrients* 2021, Vol 13, Page 368 [Internet]. 2021 Jan 26 [cited 2025 Jul 9];13(2):368. Available from: <https://www.mdpi.com/2072-6643/13/2/368/htm>
 44. Fonseca EGB, dos Santos CM, da Silva FF, Martinez ATA, de Carvalho JF. Calcium Supplementation: To Do or Not to Do. *J Bone Metab* [Internet]. 2025 Feb 28 [cited 2025 Jul 9];32(1):67–8. Available from: <http://www.e-jbm.org/journal/view.php?doi=10.11005/jbm.24.775>
 45. Lee JK, Tran TMC, Choi E, Baek J, Kim HR, Kim H, et al. Association between Daily Dietary Calcium Intake and the Risk of Cardiovascular Disease (CVD) in Postmenopausal Korean Women. *Nutrients* 2024, Vol 16, Page 1043 [Internet]. 2024 Apr 3 [cited 2025 Jul 9];16(7):1043. Available from: <https://www.mdpi.com/2072-6643/16/7/1043/htm>
 46. Li K, Kaaks R, Linseisen J, Rohrmann S. Associations of dietary calcium intake and calcium supplementation with myocardial infarction and stroke risk and overall cardiovascular mortality in the Heidelberg cohort of the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition study (EPIC-Heidelberg). *Heart*. 2012 Jun 15;98(12):920–5.
 47. Meier C, Kränzlin M. Calcium supplementation, osteoporosis and cardiovascular disease. *Swiss Med Wkly*. 2011 Aug 31;
 48. Ethgen O, Hilgsmann M, Bulet N, Reginster JY. Cost-effectiveness of personalized supplementation with vitamin D-rich dairy products in the prevention of osteoporotic fractures. *Osteoporosis International*. 2016 Jan 22;27(1):301–8.
 49. Rozenberg S, Body JJ, Bruyère O, Bergmann P, Brandi ML, Cooper C, et al. Effects of Dairy Products Consumption on Health: Benefits and Beliefs—A Commentary from the Belgian Bone Club and the European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis, Osteoarthritis and Musculoskeletal Diseases. *Calcified Tissue International* 2015 98:1 [Internet]. 2015 Oct 7 [cited 2025 Jul 9];98(1):1–17. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00223-015-0062-x>

PROPIEDADES DE LA LECHE EN LA INDUCCIÓN AL SUEÑO



Rosa M. Ortega Anta
Catedrática de Universidad

Departamento de Nutrición y Ciencia de los Alimentos. Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid, España. Doctora en Farmacia por la Univ. Complutense de Madrid, España.

RESUMEN

La inducción del sueño, su calidad y duración es vital para el mantenimiento y mejora de la salud y capacidad funcional, pero la dificultad para conciliar y mantener el sueño es un problema cada vez más prevalente, influido por diversas causas, pero en el que la alimentación correcta juega un importante papel. En concreto, el consumo de leche se ha relacionado frecuentemente con una promoción del sueño, pero este beneficio ha sido cuestionado recientemente, por lo que es deseable profundizar en el tema.

El triptófano tiene un gran protagonismo en la mejora de la inducción y calidad del sueño por utilizarse como sustrato en la síntesis de serotonina y melatonina en el cerebro. Pero la mayor parte de los alimentos proteicos tienen más aminoácidos neutros de cadena larga (ANCL) que triptófano, y estos compiten con el triptófano dificultando su paso al cerebro. En este sentido las proteínas de la leche, con elevado contenido en triptófano y una elevada relación entre triptófano y ANCL, son muy útiles en la inducción del sueño. Por otra parte, la leche proporciona micronutrientes que intervienen en la transformación del triptófano en serotonina y melatonina, y también aporta componentes antioxidantes, antiinflamatorios, péptidos bioactivos, y modula favorablemente la composición de la microbiota intestinal, lo que beneficia la salud general y la calidad del sueño.

Palabras Clave: calidad del sueño, serotonina, melatonina, duración del sueño.

INTRODUCCIÓN

Una inadecuada inducción y calidad del sueño son problemas crecientes que afectan a un elevado porcentaje de individuos (1,2).

Tradicionalmente se ha considerado que un vaso de leche antes de dormir era una ayuda para conciliar el sueño (3-5), pero este beneficio ha sido cuestionado recientemente señalando a la leche como peligrosa en relación con diversos aspectos sanitarios y también con el insomnio (6-8), por ello profundizar en este tema es el objeto del presente texto.

IMPORTANCIA DEL SUEÑO E INDICADORES DE SU CALIDAD

El insomnio afecta a una tercera parte de la población mundial; sus efectos negativos son importantes, y los medicamentos tradicionales para resolver el problema tienen numerosos efectos secundarios y causan un sufrimiento considerable (1,2).

De hecho, el sueño es un proceso que ocupa un tercio de nuestras vidas y resulta fundamental en la salud física, mental y emocional.

- Interviene en la restauración del sistema inmune y endocrino.
- Facilita la recuperación del sistema nervioso y del coste metabólico del estado de vigilia.
- Tiene un papel importante en el aprendizaje, la memoria y la plasticidad sináptica.

Para realizar todas estas funciones debe ser adecuado en instauración, calidad y duración (3-5).

Los indicadores reconocidos de la calidad del sueño se presentan en la tabla 1:

Tabla 1: Indicadores de la calidad del sueño (3-5,9)

Indicador	Como debería ser
Inducción o Latencia	El tiempo necesario para pasar de la vigilia al sueño debería ser inferior a los 30 minutos (9).
Despertar	Deberían darse pocos o ningún despertar y ser de corta duración con rápida inducción del sueño (<5 min)
Eficiencia:	Porcentaje de tiempo que se pasa dormido. Con una buena calidad del sueño este tiempo debe ser $\geq 85\%$
Alerta en vigilia	Adecuada. Sin sensación de somnolencia al despertar.
Duración del sueño	Es mayor en preescolares (11-13 h) y escolares (10-11 h), disminuye progresivamente con la edad: en adolescentes (8-10 h), adultos (7-9 h) y adultos mayores (7-8 h). En adultos debe superar las 7h.

PERJUICIOS ASOCIADOS A LOS TRASTORNOS DEL SUEÑO

Cuando surgen alteraciones en la inducción, duración o calidad del sueño, se pueden afectar vías endocrinas, metabólicas e inmunoinflamatorias, cuyas disfunciones tienen graves repercusiones en la salud del individuo:

- A corto plazo condicionan: Impaciencia, nerviosismo, menor concentración y eficiencia, dificultad de aprendizaje y fijación de recuerdos, condicionan menor creatividad, mayor riesgo de errores y accidentes, somnolencia excesiva durante el día y sensación de fatiga (10).
- A largo plazo se han asociado con diversas enfermedades físicas y mentales, como cardiovasculares, obesidad, diabetes, alteraciones de tipo psiquiátrico, alcoholismo, malnutrición, inflamación y peor respuesta inmunitaria. En conjunto suponen peor calidad de vida, aumento de la morbilidad y menor longevidad (10).

Por otra parte, un sueño insuficiente o inadecuado modifica negativamente la conducta alimentaria y ambos (dieta y sueño) interaccionan modificando la situación nutricional, control de peso y salud (3,4,11).

En concreto, cuando el sueño es corto (< 6 h), o de mala calidad, se producen cambios en la función gustativa, antojos y pérdida de control, lo que se asocia con mayor consumo de alimentos con alta densidad energética, comida rápida, snacks, especias, dulces, azúcar, bebidas azucaradas, alcohol, bebidas con cafeína, junto con menor consumo de frutas, verduras y lácteos (11,12). Por lo que, entre otros cambios, un sueño de peor calidad puede favorecer un menor consumo de leche por parte de la persona afectada.

Además de ser peores las elecciones de alimentos, la persona dispone de más horas para comer y sentir hambre y su ingesta energética es mayor. Por otra parte, la restricción del sueño puede conducir a una reducción de la actividad física debido a una percepción de cansancio. Todos estos cambios en la alimentación y actividad favorecen el aumento de peso e incrementan el padecimiento de **obesidad** (12,13).

Por ser peor la respuesta antioxidante y antiinflamatoria y aumentar la presión arterial los problemas en la inducción del sueño se asocian con mayor riesgo y mortalidad **cardiovascular** (12,14).

Un sueño adecuado también es importante en el metabolismo energético y de la glucosa y dormir menos de 5 h produce cambios que, independientemente del índice de masa corporal, reducen la sensibilidad a la insulina y la sincronización de las células β , favoreciendo la **resistencia a la insulina y la diabetes de tipo 2** (12,14,15).

IMPORTANCIA DE LA LECHE EN UNA ALIMENTACIÓN CORRECTA

La leche es un alimento valioso desde el punto de vista nutricional por aportar proteínas de elevada calidad y numerosos micronutrientes, en un contenido calórico moderado (8,15-17).

El consumo diario de leche entera contribuye significativamente a la cobertura de las ingestas recomendadas en numerosos nutrientes. Podemos destacar que un vaso de leche entera cubre 6-8% del gasto energético medio de un adulto, pero permite cubrir más del 25% de las ingestas diarias recomendadas para el calcio, fósforo, vitamina B₂, vitamina B₁₂ y biotina, también permite cubrir más del 10% de las ingestas recomendadas de proteínas, yodo, equivalentes de niacina, vitamina A y ácido pantoténico (8,15) (Tabla 2).

Tabla 2.- Composición de la leche de vaca entera y contribución a la cobertura de las ingestas recomendadas (IR) de energía y nutrientes en adultos de 40-49 años (8,15).

	1 Vaso		Cobertura de las IR	
	Aporte por 100 g	Aporte por 250 g	Varones 40-49 años	Mujeres 40-49 años
Energía (kcal)	65	162,5	6,4	7,7
Proteínas (g)	3,3	8,25	15,3	20,1
Lípidos (g)	3,8	9,5		
H. de Carbono (g)	4,7	11,75		
Calcio (mg)	124	310	31	26
Fósforo (mg)	92	230	32	33
Hierro (mg)	0,1	0,25	2,5	1,7
Yodo (µg)	9	22,5	15	15
Magnesio (mg)	12	30	7,1	8,6
Zinc (mg)	0,4	0,95	6,7	8,3
Selenio (µg)	1,4	3,5	5	6,4
Vitamina B1 (mg)	0,04	0,1	8,3	9,1
Vitamina B2 (mg)	0,19	0,475	29,7	36,5
Vitamina B6 (mg)	0,04	0,1	6,7	7,7
Eq. Niacina (mg)	0,73	1,825	10,7	12,2
Folatos (µg)	5,5	13,75	3,4	3,4
Vitamina B12 (µg)	0,3	0,75	31,3	31,3
Vitamina C (mg)	1,4	3,5	5,8	5,8
Vitamina A (µg)	46	115	11,5	14,4
Vitamina D (µg)	0,03	0,075	0,5	0,5
Vitamina E (mg)	0,1	0,25	2,5	3,1
Vitamina K (µg)	0,34	0,85	0,7	0,9
Ácido. Pantoténico (mg)	0,35	0,875	17,5	17,5
Biotina (µg)	3,5	8,75	29,2	29,2

Además, la leche contiene numerosos componentes en concentraciones relativamente bajas, incluyendo enzimas, péptidos bioactivos, hormonas, gases disueltos y diversos lípidos, como el ácido linoleico conjugado, ácidos grasos esenciales y algunos antioxidantes, que tienen un efecto protector contra ciertas enfermedades (8). La leche de vaca puede tener un papel en la calidad general de la dieta, el control del apetito, la hidratación y la función cognitiva (17) y juega un papel en la calidad del sueño que debe ser considerado (1,3).

Sus efectos sobre la salud son el resultado de la interacción de todos los componentes que la integran, y van más allá de la simple suma de los efectos individuales (14,16).

Pese a la importancia nutricional y sanitaria del consumo adecuado de leche y productos lácteos, se han difundido numerosos mensajes erróneos sobre un consumo innecesario o perjudicial para la salud y el control de peso que han llevado a un **paulatino descenso de su consumo** (6,8), lo que supone un perjuicio nutricional y sanitario.

NUTRIENTES APORTADOS POR LA LECHE IMPLICADOS EN LA INDUCCIÓN DEL SUEÑO

El consumo de leche puede mejorar la calidad del sueño al prolongar su duración, reducir la latencia y aliviar la ansiedad. Los mecanismos de los efectos de este alimento se producen principalmente a través del sistema nervioso central, en particular los sistemas de 5-hidroxitriptamina (5-HT) érgico y ácido gamma-aminobutírico (GABA) érgico (1).

El triptófano es un gran protagonista en la mejora de la inducción y calidad del sueño por ser el sustrato utilizado en la síntesis de serotonina y melatonina al llegar al cerebro (Figuras 1 y 2). De hecho, un aporte adecuado de triptófano favorece la inducción del sueño e incrementa su duración y eficiencia, mientras que el agotamiento del triptófano produce el efecto contrario (3-5,7)

Sin embargo, hay una competencia entre el triptófano y otros aminoácidos neutros de cadena larga (ANCL) (valina, leucina, isoleucina, tirosina y fenilalanina) para cruzar la barrera hematoencefálica y llegar al cerebro, y casi todas las proteínas tienen más ANCL que triptófano (3,4,7). En este sentido, la mayor parte de las proteínas no favorecen la inducción del sueño, pero la **α -lactoalbúmina** de la proteína de la leche tiene las concentraciones más elevadas de triptófano y la mejor relación triptófano/ANCL de todas las proteínas (3-5,7,12), por lo que resulta más útil en la inducción del sueño (Tabla 3) (Figura 1).

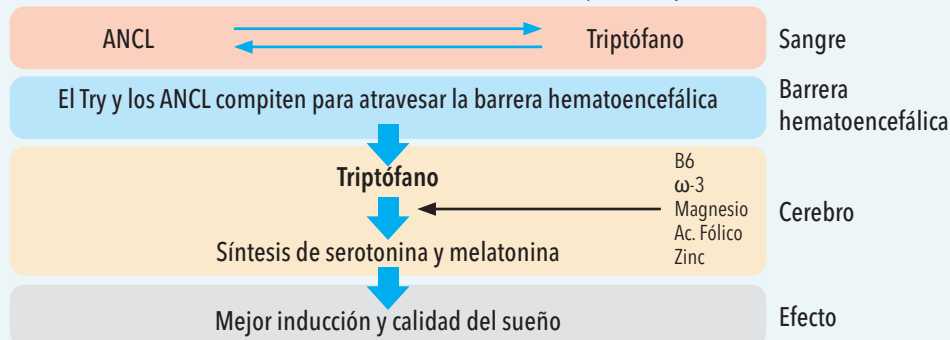


Figura 1-Impacto de las proteínas en el paso del triptófano a través de la barrera hematoencefálica y en la síntesis de serotonina y melatonina

La mayor parte de las proteínas tienen más ANCL que Try y un ↑ en su consumo dificulta el paso del Try a la barrera hematoencefálica

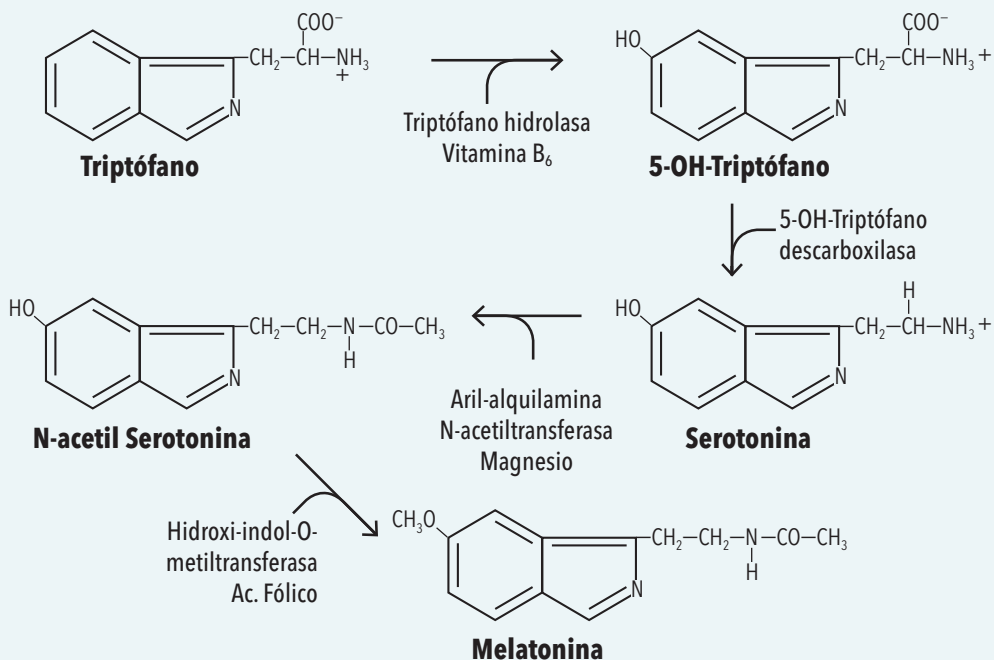
La leche tiene:

- ↑ Triptófano (Try)
- ↑ Relación Try / ANCL que facilita el paso del Try al cerebro



ANCL: Aminoácidos neutros de cadena larga (leucina, isoleucina, valina, fenilalanina, tirosina, treonina y metionina)

Figura 2-Vía biosintética de la melatonina a partir del triptófano.



Andrani M, Dall'Olio E, De Rensis F, Tummaruk P, Saleri R. Bioactive Peptides in Dairy Milk: Highlighting the Role of Melatonin. *Biomolecules*. 2024 Aug 1;14(8):934. doi: 10.3390/biom14080934.

Tabla 3.-Aminoácidos de la leche de vaca y su contribución a la cobertura de los requerimientos en adultos (contenido proteico de la leche de vaca: 3,3 g/100 g) (15,18).

	Contenido en aminoácidos de la leche de vaca (mg/g de proteína) (15)	Requerimientos de Aminoácidos esenciales en adultos (mg/g de proteína) (18)	Cobertura de los requerimientos con leche de vaca (%)
Isoleucina	50,3	30	168
Leucina	81,3	59	138
Lisina	42,8	45	95
Treonina	43,8	23	190
Triptófano	22,8	6	380
Valina	58,8	39	151
Histidina	22,8	15	152
Fenilalanina + tirosina	91,3	38	240
Metionina + cisteína	27,8	22	126

Barnard et al. (19) midieron objetivamente el sueño y la somnolencia en seis estudios, en los que se suministraba 20-60 g de α -lactoalbumina, y en cinco de los estudios se observó una asociación positiva entre la α -lactoalbumina y calidad del sueño. La latencia de inicio del sueño fue la principal métrica del sueño mejorada después de la suplementación nocturna con α -lactoalbumina (\leq 3,5 horas antes del sueño), sin que se hayan encontrado estudios que muestren ninguna asociación negativa. Los datos de esta revisión sugieren que las personas que tienen dificultad en la inducción del sueño pueden beneficiarse especialmente de la suplementación con α -lactoalbumina antes de ir a dormir (19). La proteína α -lactoalbúmina se encuentra en la leche de vaca en una concentración de 1 a 1,5 g/L, siendo aproximadamente el 3,4% de las proteínas totales y el 20% de las proteínas del lactosuero (20).

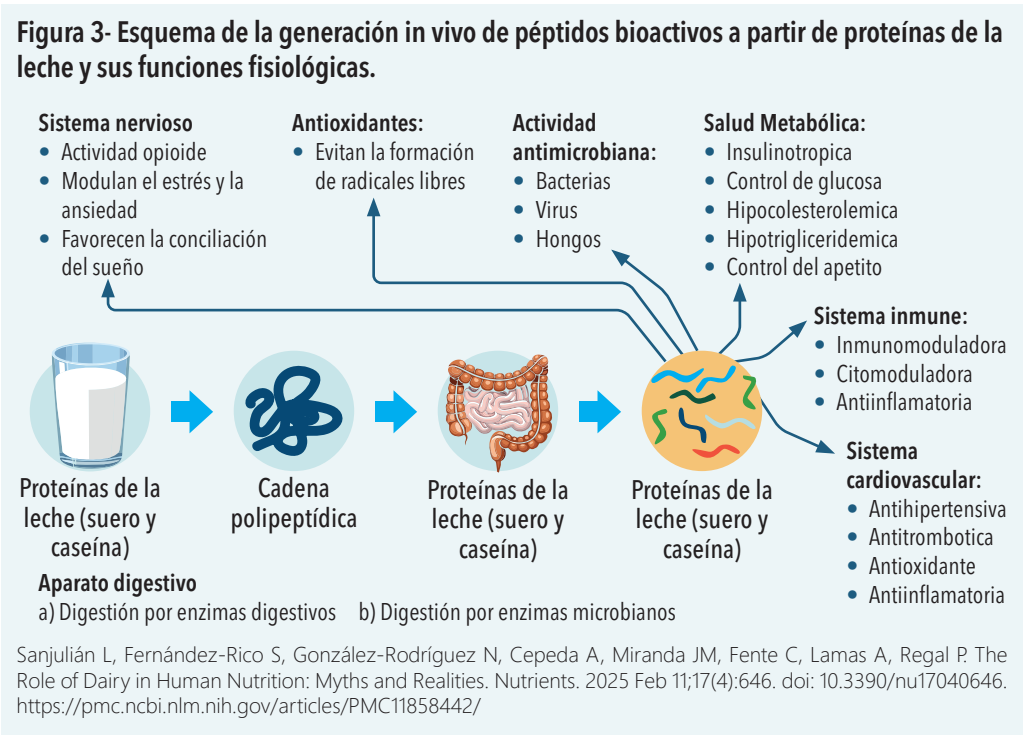
Por otra parte, para que se produzca la transformación del triptófano en serotonina y melatonina es necesaria la intervención de diversos **micronutrientes**, muchos de los cuales son aportados por la leche (Tabla 2). Concretamente en la producción de serotonina es necesaria la participación de la vitamina B₆, mientras que en el paso de serotonina a melatonina hacen falta como cofactores el magnesio y el zinc (5), otros autores mencionan la importancia del folato y omega-3 en estas conversiones (3,4,7). Este aporte es importante, dado que varios de estos micronutrientes se toman en cantidad insuficiente por un elevado porcentaje de individuos, lo que puede favorecer el padecimiento de alteraciones del sueño, junto con otros riesgos sanitarios (12,21,22).

Una investigación reciente ha puesto de relieve la alta incidencia de deficiencia de vitamina D entre los pacientes con apnea obstructiva del sueño. Como posibles mecanismos se destaca el papel de la deficiencia en esta vitamina en la promoción de la inflamación, el estrés oxidativo, la hipoxia, la función inmune, la función muscular y el polimorfismo genético de los receptores de vitamina D, modificaciones que podrían contribuir a la patogénesis de la apnea obstructiva del sueño. De hecho,

algunos estudios han encontrado mejoras en la calidad del sueño y reducción en la gravedad de la apnea obstructiva por suplementación con vitamina D (23).

El bruxismo es un movimiento involuntario y frecuente de los músculos de la mandíbula acompañado por dientes que rechinan o se contraen, lo cual puede ocurrir durante el sueño o mientras se está despierto. La tasa de prevalencia del bruxismo despierto es de ~ 22-31%, mientras que la tasa de prevalencia del bruxismo del sueño es de ~ 9-16% en adultos, lo que puede afectar a la calidad de vida y del sueño. El bruxismo del sueño se ha asociado con la deficiencia de vitamina D y bajo consumo de calcio, y con un aumento de las puntuaciones de ansiedad y depresión. Aunque se deben realizar más investigaciones para comprobar si la suplementación con vitamina D y calcio puede aliviar el bruxismo del sueño, el aporte adecuado de leche es siempre aconsejado (24).

Por otra parte, la leche es una fuente importante de múltiples **péptidos bioactivos** que no solo ayudan a satisfacer las necesidades nutricionales, sino que también juegan un papel importante en la prevención de diversos trastornos. Se ha descrito que realizan acciones antimicrobianas, mejoran el sistema digestivo y cardiovascular, disminuyen la presión arterial, potencian el sistema inmune, ayudan a evitar la formación de radicales libres y a modular el estrés y la ansiedad a través de la actividad del receptor GABA (ácido gamma aminobutírico). Estos beneficios pueden favorecer la iniciación y calidad del sueño (4) (Figura 3). El GABA es un aminoácido no proteico que es el principal neurotransmisor inhibitorio en el sistema nervioso, con acciones que incluyen la inhibición de la excitación neuronal, antiepiléptico, promoción del sueño y regulación del estrés y la ansiedad (25).



El GABA es sintetizado a partir del glutamato por la glutámico descarboxilasa. El glutamato constituye el 10% de los aminoácidos en las proteínas dietéticas y está altamente concentrado en la leche humana. También la microbiota seleccionada en el intestino medio tiene la capacidad enzimática de producir GABA (26).

Los **componentes antioxidantes** de los lácteos (diversas vitaminas, minerales, péptidos como glutatión) y **proteínas antiinflamatorias** (lactoferrina, lactoperoxidasa, lactoalbúmina, etc.) se consideran factores que ayudan a mejorar la inducción y calidad del sueño (1,2,7). La inflamación está estrechamente relacionada con el insomnio, pues algunos estudios observan que la alteración del sueño está relacionada con un aumento de citoquinas inflamatorias circulantes (especialmente proteína C reactiva e interleucina-6) y de glucocorticoides, alteraciones que pueden ser corregidas por mejoras en la dieta (27).

Como herramienta moduladora, la **microbiota intestinal** tiene un gran potencial para tratar alteraciones del ritmo y el insomnio circadiano. En este sentido algunos estudios sugieren que los productos lácteos (como leche, yogur y kéfir) pueden modificar la composición de esta microbiota en beneficio del huésped. Dado que los péptidos antimicrobianos producidos por la digestión de la proteína de la leche y la lactosa facilitan el crecimiento de géneros bacterianos beneficiosos como *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*, esto podría suponer un beneficio en relación con el sueño a través de la modulación del eje cerebro-intestino-microbioma (1,4,7,12,26,28).

El microbioma produce metabolitos y compuestos con propiedades neuroactivas e inmunomoduladoras, que incluyen ácidos grasos de cadena corta, ácidos biliares secundarios y neurotransmisores. Varios de estos metabolitos y compuestos se conocen independientemente como estimulantes del estado de vigilia (serotonina, epinefrina, dopamina, orexina, histamina, acetilcolina, cortisol) o estimulantes del sueño (ácido gamma-aminobutírico, melatonina). Los ensayos realizados proporcionan alguna evidencia para prebióticos, postbióticos y probióticos tradicionales, como los pertenecientes a lactobacilos y bifidobacterias, para mejorar la calidad del sueño y el estrés (2).

ESTUDIOS QUE CONFIRMAN LA RELACIÓN LECHE- SUEÑO

Diversos estudios han encontrado una asociación positiva entre consumo de leche con la calidad del sueño. En concreto una revisión sistemática incluyendo 14 estudios (n=10.833) concluyó que una dieta bien balanceada que incluya leche y productos lácteos es efectiva para mejorar la calidad del sueño (7).

Una investigación realizada en niños constató que la menor duración del sueño se asociaba con ingestas dietéticas menos favorables. Concretamente se observó que las niñas con un patrón de sueño corto persistente consumieron productos lácteos con mucha menos frecuencia (\leq una vez al día) y bebieron refrescos con mucha

más frecuencia (\geq una vez al día) en comparación con las niñas con patrones de sueño adecuados de 10-h o 11 h (29).

Otro estudio realizado en universitarios indicó que el insomnio se vio favorecido por una baja ingesta de **calcio lácteo**, destacando que esta ingesta era insuficiente en un alto porcentaje de los estudios y debía ser mejorada (24). En adultos turcos también se señaló al calcio como uno de los nutrientes asociados a una buena calidad del sueño (30) y es indudable el protagonismo de la leche como fuente de calcio (8,15) (Tabla 2).

Ramón-Arbués et al. (31) estudiando un colectivo de 868 estudiantes españoles observaron que los que tenían dietas menos saludables tenían más probabilidades de dormir mal. En concreto encontraron que una ingesta inadecuada de verduras, frutas, productos lácteos, carnes magras, legumbres, dulces y refrescos azucarados se asociaba con una menor calidad del sueño.

Analizando la ingesta de nutrientes en el segundo y tercer trimestre del embarazo, McDonald y Watson (32) observaron que el tiempo en la cama, sin poder dormir disminuyó con el aumento de la ingesta dietética, especialmente de agua, proteínas, biotina, potasio, magnesio, calcio, fósforo y manganeso.

Sandri et al. (33) indicaron que los participantes con sueño adecuado tenían un índice de masa corporal (IMC) más bajo, mayor actividad física y mayor calidad en sus dietas. Estos hallazgos ponen de relieve la interconexión del sueño, la nutrición y el estilo de vida, lo que sugiere que las intervenciones específicas en cualquiera de estas áreas podrían influir positivamente en las otras, mejorando finalmente los resultados generales de salud.

Los adultos mayores experimentan con mayor frecuencia una reducción de la calidad y cantidad del sueño en comparación con los adultos más jóvenes (34). La dieta es uno de los factores que puede mejorar la calidad del sueño en ancianos. Gupta et al. (34) analizando estudios observacionales y de intervención sugieren que el seguimiento de una dieta mediterránea y el consumo de algunos alimentos como la **leche**, o nutrientes (vitamina D y E) puede mejorar la calidad y duración del sueño en adultos mayores.

También en ancianos se observó que los participantes integrados en un programa de actividad física presentaron una asociación entre consumo de leche o queso y menor propensión a tener tiempos prolongados para la inducción del sueño (>30 minutos) en comparación con las personas que no participaron en el programa de actividad, ni tomaron leche o queso. Por ello, los autores sugieren que la combinación de la práctica de actividad, junto con el consumo de leche, o queso, puede ser una pauta útil en la mejora del sueño de los adultos mayores que sufren tiempos de latencia prolongados (35).

Algunos estudios señalan que diversos nutrientes se toman en cantidad inferior a la recomendada y entre ellos hay tres (calcio, vitamina D y potasio) (21) que se consideran como **nutrientes de interés para la salud pública** porque su bajo consumo se ha asociado con efectos negativos para la salud. Estos datos señalan

la importancia de mejorar el aporte de calcio (y su fuente principal: leche y lácteos) para aproximar la dieta a la recomendada y mejorar no solo la inducción del sueño, sino también la salud en general (3,4,12).

CONCLUSIONES

El consumo adecuado de leche (2-4 raciones/día de lácteos) ejerce un beneficio en la calidad e inducción del sueño por:

- El elevado contenido en triptófano de su proteína
- La elevada relación triptófano/ANCL
- Aporte de micronutrientes que actúan como cofactores para obtener la melatonina
- Acción antiinflamatoria y antioxidante
- Aporte de péptidos bioactivos
- Modulación de la microbiota intestinal

Teniendo en cuenta que la mala calidad del sueño y los problemas para conciliarlo son cada vez más frecuentes (2), y suponen un problema para la salud, es necesario prestar atención a las influencias que puedan ejercer un efecto favorable. El tener una alimentación saludable, incluyendo un consumo adecuado de leche, se asocia con unas pautas de sueño más correctas (36).

REFERENCIAS

1. Fan R, Jia Y, Chen Z, Li S, Qi B, Ma A. Foods for Sleep Improvement: A Review of the Potential and Mechanisms Involved. *Foods*. 2025 Mar 21;14(7):1080.
2. Haarhuis JE, Kardinaal A, Kortman GAM. Probiotics, prebiotics and postbiotics for better sleep quality: a narrative review. *Benef Microbes*. 2022 Aug 3;13(3):169-182.
3. Ortega RM, Jiménez AI. Nutrición en la lucha contra el insomnio y en la mejora de la calidad del sueño. En: *Nutrición Clínica y Salud Nutricional 2ª edición*; Ortega RM ed., Madrid: Editorial Médica Panamericana, S.A. 2022; pg. 115-22.
4. Ortega RM, Jiménez AI, Martínez RM, Cervera-Muñoz A, Salas-González MD. Propiedades de la leche en la inducción del sueño. *Nutr Hosp*. 2023; 40 (Nº Extra 2):12-5.
5. St-Onge MP, Zuraikat FM, Neilson M. Exploring the Role of Dairy Products In Sleep Quality: From Population Studies to Mechanistic Evaluations. *Adv Nutr*. 2023; 31:S2161-8313(23)00004-2.
6. Aparicio A, Rodríguez-Rodríguez E, Lorenzo-Mora AM, Sánchez-Rodríguez P, Ortega RM, López-Sobaler AM. Mitos y falacias en relación al consumo de productos lácteos. *Nutr Hosp* 2019;36 (N.º Extra 3):20-4.
7. Komada Y, Okajima I, Kuwata T. The Effects of Milk and Dairy Products on Sleep: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2020; 16;17(24):9440.
8. Sanjulián L, Fernández-Rico S, González-Rodríguez N, Cepeda A, Miranda JM, Fente C et al. The Role of Dairy in Human Nutrition: Myths and Realities. *Nutrients*. 2025 Feb 11;17(4):646.
9. Sutanto CN, Wang MX, Tan D, Kim JE. Association of Sleep Quality and Macronutrient Distribution: A Systematic Review and Meta-Regression. *Nutrients*. 2020 Jan 2;12(1):126.
10. Irwin MR, Olmstead R, Carroll JE. Sleep disturbance, sleep duration, and inflammation: A systematic review and meta-analysis of cohort studies and experimental sleep deprivation. *Biol. Psychiatry* 2016; 80:40–52.
11. Sanlier N, Sabuncular G. Relationship between nutrition and sleep quality, focusing on the melatonin biosynthesis. *Sleep and Biological Rhythms*. 2020, 18:89–99.

12. Ortega RM, Jiménez-Ortega AI, Peral-Suárez A, Martínez-García RM, González-Rodríguez LG. Nutrición en la mejora de la calidad del sueño y en la lucha contra el insomnio. *Nutr Hosp* 2025;42(N.º Extra 2): En prensa.
13. Brondel L, Romer MA, Nougues PM, Touyarou P, Davenne D. Acute partial sleep deprivation increases food intake in healthy men. *Am J Clin Nutr*. 2010;91(6):1550–9.
14. Ali E, Shaikh A, Yasmin F, Sughra F, Sheikh A, Owais R et al. Incidence of adverse cardiovascular events in patients with insomnia: A systematic review and meta-analysis of real-world data. *PLoS One*. 2023 Sep 21;18(9):e0291859.
15. Ortega RM, Jiménez Ortega AI, Perea Sánchez JM, Cuadrado Soto E, Aparicio A, López Sobaler AM. Valor nutricional de los lácteos y consumo diario aconsejado. *Nutr Hosp* 2019;36(Nº Extra 3):25–9.
16. Aparicio A, Lorenzo Mora AM, Bermejo López LM, Rodríguez-Rodríguez E, Ortega RM, López-Sobaler AM. Matriz láctea: beneficios nutricionales y sanitarios de la interrelación entre sus nutrientes [Dairy matrix: nutritional and sanitary benefits of the interrelation between its nutrients]. *Nutr Hosp*. 2020;37(Nº Extra 2):13–17.
17. Rumbold P, McCulloch N, Boldon R, Haskell-Ramsay C, James L, Stevenson E et al. The potential nutrition-, physical- and health-related benefits of cow's milk for primary-school-aged children. *Nutr Res Rev*. 2022 Jun;35(1):50–69.
18. Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation on Protein and Amino Acid Requirements in Human Nutrition, Food and Agriculture Organization of the United Nations, World Health Organization & United Nations University. Protein and amino acid requirements in human nutrition: report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation. Geneva: World Health Organization. 2007.
19. Barnard J, Roberts S, Kelly M, Lastella M, Aisbett B, Condo D. Alpha-lactalbumin and sleep: A systematic review. *J Sleep Res*. 2024 Oct;33(5):e14141.
20. Chatterton DEW, Smithers G, Roupas P, Brodtkorb A. Bioactivity of β -lactoglobulin and α -lactalbumin—Technological implications for processing. *Int Dairy J*. 2006; 16(11):1229–40.
21. U.S. Department of Agriculture and U.S. Department of Health and Human Services. Dietary Guidelines for Americans, 2020–2025. 9th Edition. December 2020.
22. Ikonte CJ, Mun JG, Reider CA, Grant RW, Mitmesser SH. Micronutrient Inadequacy in Short Sleep: Analysis of the NHANES 2005–2016. *Nutrients*. 2019;11(10):2335.
23. Yao N, Ma C, Dou R, Shen C, Yuan Y, Li W et al. Exploring the link between vitamin D deficiency and obstructive sleep apnea: A comprehensive review. *J Sleep Res*. 2024 Oct;33(5):e14166.
24. Alkhatatbeh MJ, Hmoud ZL, Abdul-Razzak KK, Alem EM. Self-reported sleep bruxism is associated with vitamin D deficiency and low dietary calcium intake: a case-control study. *BMC Oral Health*. 2021 Jan 7;21(1):21.
25. Philip AB, Brohan J, Goudra B. The Role of GABA Receptors in Anesthesia and Sedation: An Updated Review. *CNS Drugs*. 2025 Jan;39(1):39–54.
26. Mick GJ, McCormick KL. The role of GABA in type 1 diabetes. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2024 Nov 15;15:1453396.
27. Veler H. Sleep and Inflammation: Bidirectional Relationship. *Sleep Med Clin*. 2023 Jun;18(2):213–18.
28. Aslam H, Marx W, Rocks T, Loughman A, Chandrasekaran V, Ruusunen A et al. The effects of dairy and dairy derivatives on the gut microbiota: a systematic literature review. *Gut Microbes*. 2020;12(1):1799533.
29. Tatone-Tokuda F, Dubois L, Ramsay T, Girard M, Touchette E, Petit D et al. Sex differences in the association between sleep duration, diet and body mass index: A birth cohort study. *J. Sleep Res*. 2012; 21:448–60.
30. Çakır B, Nişancı Kılınc F, Özata Uyar G, Özenir C, Ekici EM, Karaismailoğlu E. The relationship between sleep duration, sleep quality and dietary intake in adults. *Sleep Biol. Rhythms* 2020;18:49–57.
31. Ramón-Arbués E, Granada-López JM, Martínez-Abadía B, Echániz-Serrano E, Antón-Solanas I, Jerue BA. The Association between Diet and Sleep Quality among Spanish University Students. *Nutrients*. 2022 Aug 11;14(16):3291.
32. McDonald BW, Watson PE. Time in Bed, Sleeping Difficulties, and Nutrition in Pregnant New Zealand Women. *Nutrients*. 2023 Feb 23;15(5):1130.
33. Sandri E, Broccolo A, Piredda M. Socio-Demographic, Nutritional, and Lifestyle Factors Influencing Perceived Sleep Quality in Spain, with a Particular Focus on Women and Young People. *Nutrients*. 2025 Mar 18;17(6):1065.
34. Gupta CC, Irwin C, Vincent GE, Khalesi S. The Relationship Between Diet and Sleep in Older Adults: a Narrative Review. *Curr Nutr Rep*. 2021;10(3):166–78.
35. Kitano N, Tsunoda K, Tsuji T, Osuka Y, Jindo T, Tanaka K et al. Association between difficulty initiating sleep in older adults and the combination of leisure-time physical activity and consumption of milk and milk products: a cross-sectional study. *BMC Geriatr*. 2014 Nov 18;14:118.
36. Jansen EC, Prather A, Leung CW. Associations between sleep duration and dietary quality: Results from a nationally-representative survey of US adults. *Appetite*. 2020 Oct 1;153:104748.

CONSUMO DE LECHE DE VACA: ASOCIACIÓN DIRECTA CON EL CRECIMIENTO EN ESTATURA EN NIÑOS



Jeanette Pardío López
Nutrióloga Certificada

Doctora en Salud Pública. Nutricionista clínica y catedrático universitario de la Universidad Anáhuac México, campus Sur y Norte.

RESUMEN

Diversos autores han documentado que el consumo de leche de vaca está vinculado a la ganancia de estatura tanto en niños como en adolescentes. Lo anterior se debe, por un lado, a la alta densidad de nutrimentos que contiene y, por el otro, a la interacción que ocurre entre dichos nutrimentos; fenómeno que se conoce como matriz láctea. Esta interacción, a su vez, aumenta la biodisponibilidad de ciertos nutrimentos, tal es el caso del calcio, fósforo, vitamina D, proteínas y vitamina B, todos ellos indispensables para la salud ósea. Aunado a lo anterior, la leche de vaca contiene la IGF-1; una de las proteínas con mayor efecto anabólico en el tejido óseo ya que facilita el crecimiento de los huesos al aumentar la biodisponibilidad de los aminoácidos que se utilizan para formar nuevas proteínas en el tejido óseo. La evidencia científica indica que beber leche de vaca de forma regular contribuye al crecimiento en estatura incluso en poblaciones bien alimentadas, con énfasis en niños con desnutrición y estatura baja. La promoción del consumo regular de la leche de vaca debe ser considerada como una intervención efectiva y relativamente poco costosa para mejorar el crecimiento lineal.

Palabras clave: Leche de vaca; crecimiento en estatura; IGF-1; vitamina D; calcio; salud ósea; nutrición infantil; biodisponibilidad; raquitismo.



LA LECHE: UN ALIMENTO MUY COMPLETO

El propósito biológico de la leche es soportar al niño durante el periodo de rápida velocidad de crecimiento. Si bien es cierta la propuesta de que en la medida en la que haya un consumo adecuado de alimentos el crecimiento en estatura será óptimo, en general es una manera sencilla de enunciar el fenómeno e incluso puede resultar reduccionista si se ubica en el contexto de que hay determinados nutrimentos que necesariamente se deben de cubrir para alcanzar una mejor estatura. En este sentido hay ciertos alimentos que precisamente por la densidad de nutrimentos que contienen se relacionan estrechamente

con el crecimiento lineal⁽¹⁾ y, que de integrarlos de manera habitual en la dieta del niño, contará con mejores condiciones metabólicas para aprovechar su máximo potencial genético de crecimiento del que dispone. La leche de vaca es uno de estos alimentos.⁽²⁻⁴⁾

Al respecto, existen diversas publicaciones científicas que muestran que el consumo de leche de vaca y de sus productos mejoran el crecimiento lineal en los niños y adolescentes;^(5, 6) estos hallazgos son por demás interesantes ya que se han documentado incluso en poblaciones bien alimentadas.⁽⁴⁾

La estrecha relación que presenta la leche de vaca con el crecimiento en estatura se debe principalmente a dos características las cuales son exclusivas de este alimento.⁽⁷⁾

1. Aumenta la biodisponibilidad de los nutrimentos que están estrechamente relacionados con el crecimiento en estatura:

La leche tiene efectos positivos en el crecimiento lineal debido a que los nutrimentos que contiene interactúan entre sí,⁽⁶⁾ lo que a su vez conlleva a aumentar la absorción, digestibilidad y utilización de cada uno de ellos. A esta interacción se le conoce como **matriz láctea**; característica única de la leche que favorece la salud ósea en cualquier momento de la vida.^(1, 4, 6)

Figura 1. Biodisponibilidad de nutrientes de la leche y su relación con el crecimiento en estatura



2. Estimula directamente la síntesis de los factores que conforman la llamada familia del crecimiento:

La familia del crecimiento, nombrada de esta manera por aportar los elementos más importantes para el crecimiento en estatura, se conforma de insulina, IGF-1 e IGF-II.(4, 7)

La insulina está relacionada con el mantenimiento de la homeostasis metabólica, en tanto que la IGF-1 y la IGF-II se relacionan con la proliferación celular conocida como mitogénesis. (4)

El factor de crecimiento insulínico tipo 1, también conocido como somatomedina C o IGF-1 es una proteína codificada por el gen IGF1. Sus efectos fueron identificados en 1970 y se le ha reconocido como un "factor de sulfatación" por su capacidad de favorecer la digestión del sulfato, el cual es necesario para el fortalecimiento de los huesos. La síntesis de la IGF-1 está regulada por la hormona de crecimiento y en mayor medida por la alimentación, de ahí que un aporte adecuado de energía, proteínas y ciertos nutrientes inorgánicos, favorecen la concentración de la misma; es posible decir entonces que cualquier tipo de desnutrición afecta su síntesis.(4)

La IGF-1 es una proteína sintetizada prioritariamente en el hígado, aunque también se sintetiza en los osteoblastos (células formadoras del hueso); es una de las proteínas con mayor efecto anabólico en el tejido óseo ya que facilita el crecimiento de los huesos al aumentar la biodisponibilidad de los aminoácidos que se utilizan para formar nuevas proteínas en el tejido óseo,(9) asimismo estimula los condrocitos de la placa epifisaria, los cuales están a cargo de producir los componentes del cartílago.(10) La IGF-1 también se encuentra involucrada en el metabolismo del calcio y fosfato, por ello las concentraciones de IGF-1 séricos se correlacionan directamente con la masa ósea. También juega una función importante en la resorción ósea, proceso por el cual los osteoclastos eliminan tejido óseo liberando nutrientes inorgánicos, lo que da como resultado la transferencia de iones de calcio desde la matriz ósea a la sangre.(4)

La leche de vaca contiene IGF-1,(9) la cual estructuralmente es idéntica a la que sintetiza el ser humano; tiene una concentración aproximada de 30 ng/ml. Los componentes bioactivos que contiene la leche de vaca, tales como péptidos, aminoácidos indispensables, caseína, nutrientes inorgánicos y la propia IGF-1, tienen un fuerte efecto en la síntesis de la IGF-1. En este sentido, la regulación hormonal de la velocidad de crecimiento depende de manera específica de la presencia de estos nutrientes.(4)

La IGF-1 se encuentra en bajas concentraciones en los primeros meses de la vida y aumenta considerablemente a partir de los seis meses de edad alcanzando su nivel máximo a los 14.5 años en las mujeres y a los 15.5 en los hombres. Debido a que sus concentraciones son bajas en los primeros meses de la vida, la lactancia juega un papel determinante para conservar los niveles de la IGF-1.(4)

Una vez que el niño alcanza el primer año de vida e inicia el consumo de leche de vaca, hay datos convincentes que muestran que su consumo está asociado con los niveles séricos de la IGF-1. Estos hallazgos no se observan con el consumo de carne.(9) Lo más relevante de lo anterior es que este efecto que estimula el crecimiento ocurre en ambas direcciones, es decir, tanto en niños con desnutrición como en niños sanos.(4)

LA LECHE Y SU RELACIÓN CON EL CALCIO Y LA VITAMINA D. INTERACCIÓN ESTRECHAMENTE RELACIONADA CON EL CRECIMIENTO EN ESTATURA EN NIÑOS

La vitamina D no es una vitamina en el más estricto sentido de la palabra ya que gran parte de ella se sintetiza de manera endógena a partir de su precursor, el **7-dehidro-colesterol**, el cual se biotransforma en colecalciferol bajo la acción de

la luz ultravioleta; esta síntesis ocurre en la piel por lo que la vitamina D se debe de considerar como una prohormona que da lugar a varios metabolitos.(11)

Es bien sabido que las condiciones metabólicas del calcio y de la vitamina D son los dos factores nutricios más importantes que afectan el desarrollo óptimo de los huesos de los niños y adolescentes.(11)

La principal función de la vitamina D consiste en propiciar el desarrollo del hueso y en participar activamente en la **homeostasis del calcio**, lo cual significa que es capaz de regular los niveles de calcio para alcanzar la normocalcemia aún en las condiciones en donde el consumo del mismo es insuficiente, es así como la vitamina D regula las funciones metabólicas del niño para que las demandas fisiológicas del calcio se adapten al aporte dietético.(11)

Dentro de las adaptaciones metabólicas que realiza la vitamina D para alcanzar la normocalcemia resaltan por un lado su capacidad para reducir la excreción renal del calcio frente al bajo consumo del mismo y, por el otro, su posibilidad de optimizar la absorción del calcio y fósforo en el intestino, lo que se traduce en mejorar la biodisponibilidad de estos nutrimentos. Lo más relevante de lo anterior es que la vitamina D es capaz de adaptar el metabolismo a los consumos bajos de calcio aún en los casos en donde la absorción del mismo es muy baja.(11)

La absorción intestinal del calcio, principalmente en el duodeno, involucra dos procesos, uno activo y otro pasivo. En cuanto al activo, la proporción de calcio que se absorbe en el intestino es inversamente proporcional al aporte dietético del calcio y fósforo; así que una dieta deficiente en calcio o fósforo, o bien, frente a un aumento de las necesidades de estos nutrimentos, se estimula la síntesis de la 1,25-(OH)₂D (metabolito con mayor actividad biológica en los órganos blancos y que regula la homeostasis de calcio), la cual a su vez estimula el proceso de la absorción intestinal del calcio, proceso que no solo depende de concentraciones adecuadas de vitamina D, sino también de que la función renal y paratiroidea sean adecuadas.(11)

Por su parte, el transporte pasivo se activa en los casos en donde el calcio se consume de manera adecuada. Así, en un escenario en donde el consumo de calcio y vitamina D son adecuados se logra absorber más de la mitad del calcio consumido, en tanto que en la presencia de una deficiencia de vitamina D la absorción del calcio se reduce hasta un 15%.(11)

El fósforo, nutrimento también indispensable para la formación del hueso, su absorción intestinal se realiza principalmente en el yeyuno por medio del transporte activo el cual depende fundamentalmente de la 1,25-(OH)₂D.(11)

Tanto la deficiencia de calcio como la de la vitamina D son factores de riesgo para el desarrollo del raquitismo,(12) fenómeno que se acentúa aún más cuando la deficiencia ocurre en ambos casos, lo anterior se debe a que ambos nutrimentos actúan de manera sinérgica exacerbando el desarrollo de esta enfermedad. Al respecto se sabe que el raquitismo es una enfermedad que se presenta en los niños por deficiencia de vitamina D o calcio y que se caracteriza por falta de

calcificación y deformación de huesos y cartílagos y aumento de la susceptibilidad a enfermedades de las vías respiratorias por la deformación del tórax. No debe utilizarse como sinónimo de delgadez o desnutrición. El raquitismo ataca a los niños cuyos huesos todavía están en crecimiento, en tanto que la osteomalacia a los adultos que tienen los huesos ya formados; sea cual sea la manifestación de la deficiencia del calcio o de la vitamina D, ya sea en el adulto o en el niño, sin duda debe evitarse.(11)

En consonancia con lo anterior, importa resaltar que en diversos países del mundo entre ellos México, el consumo de calcio en niños y adolescentes cubre únicamente una tercera parte de las recomendaciones.(13) En este mismo contexto, el raquitismo sigue siendo un problema de salud pública a escala mundial en niños y adolescentes, aún en aquellos países pertenecientes a regiones tropicales.(13, 14)

La vitamina D tiene otras funciones como mejorar el sistema inmunitario, prevenir enfermedades autoinmunes, alergias, ciertos cánceres como el del pecho, el colon, la próstata y enfermedades cardiovasculares, metabólicas y neurológicas.(11)

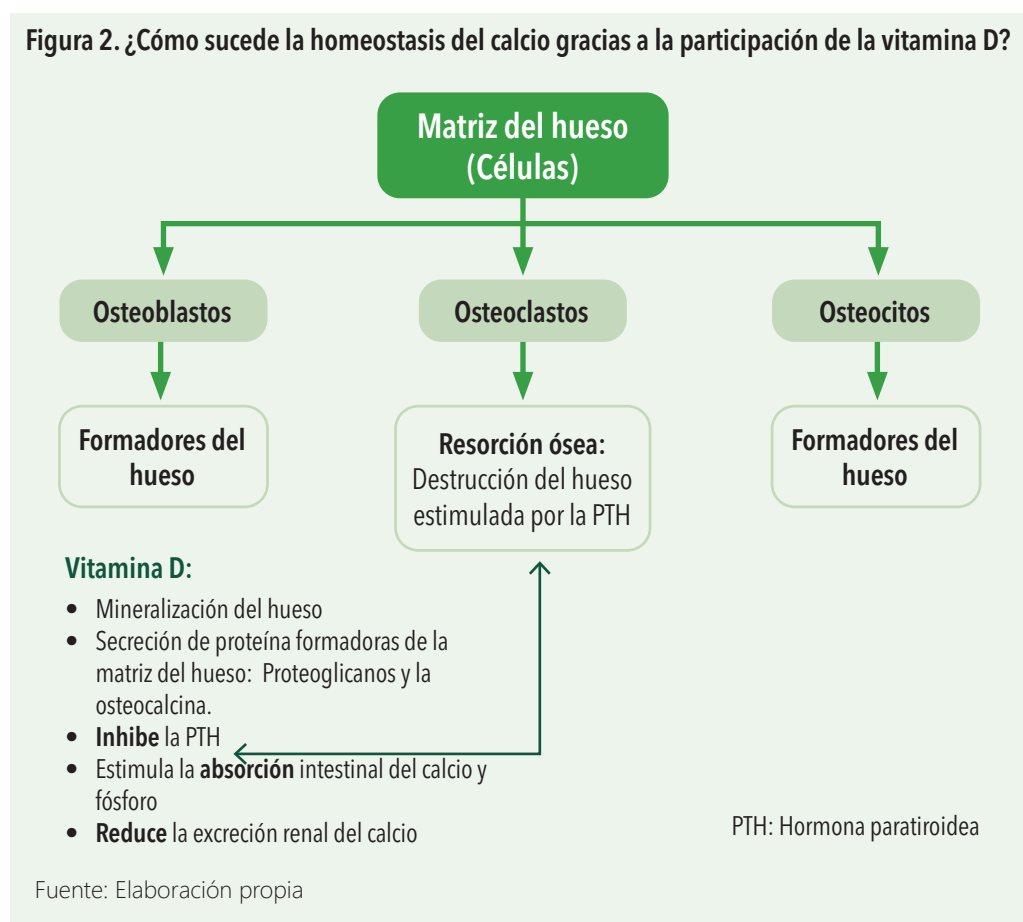
La principal fuente de vitamina D es la síntesis endógena, la cual es inducida por rayos ultravioleta. Por su parte la fuente exógena, es decir, aquella que es a partir del aporte dietético, la leche es el alimento que aporta la mayor cantidad de este nutrimento seguido del aceite de hígado de pescado.(11)

Los principales factores de riesgo de la deficiencia de vitamina D y calcio son la pobreza,(12, 15, 16) la contaminación atmosférica, el bajo consumo de alimentos ricos en vitamina D y calcio o bien adicionados con vitamina D, las costumbres culturales en donde la vestimenta limita el contacto con el sol, el uso de filtros solares, la pigmentación de la piel (la población perteneciente a África tiene menores concentraciones de vitamina D), la presencia de enfermedades como el intestino corto y las alteraciones del ciclo enterohepático, la presencia alta de fitatos y oxalatos los cuales reducen la biodisponibilidad del calcio, el sedentarismo y el bajo consumo de calcio (< 200 mg/día).(14) En este contexto, si bien la suplementación es un aspecto que aumenta la masa ósea, los beneficios se pierden cuando se elimina el suplemento, esto significa que el mayor efecto de la suplementación radica en reducir la resorción ósea, más que en aumentar el tamaño o la densidad del hueso, seguido del depósito de hueso nuevo, es decir, ayuda a eliminar el tejido óseo maduro del esqueleto para formar tejido nuevo. Al respecto, los niños que padecen de raquitismo responden mejor cuando reciben suplementación con calcio y vitamina D, que únicamente cuando reciben vitamina D.(11, 14)

El Instituto de Medicina de la Academia Nacional de Ciencias (Institute of Medicine of the National Academy of Sciences, USA) considera que 50 nmol/l es una concentración adecuada de vitamina D, en tanto que una menor a 30 nmol/l es considerada como una deficiencia.(11) Por su parte, la Sociedad de Endocrinología considera que hay deficiencia de vitamina D cuando el valor se encuentra por debajo de 50 nmol/l, en tanto que por arriba de 70 nmol/l se considera una concentración adecuada.(11)

La Figura 2 muestra cómo sucede la homeostasis del calcio gracias a la participación de la vitamina D y su relación con el sistema óseo.

Figura 2. ¿Cómo sucede la homeostasis del calcio gracias a la participación de la vitamina D?



Adicionalmente a lo anterior, la leche es uno de los alimentos que aporta proteínas altamente biodisponibles.(4) Significa que la proporción de los aminoácidos que se absorben en el aparato digestivo es mayor en comparación con los aminoácidos que provienen de otro tipo de proteínas.(4, 10) Gracias a ello, las proteínas de la leche de vaca ofrecen mejores posibilidades de crecimiento en estatura pese a las adversas condiciones genotípicas y fenotípicas propias que pueda presentar cada niño.

La estimulación del crecimiento en estatura es particularmente importante en poblaciones en las cuales históricamente ha habido desnutrición.(17) A escala mundial un tercio de los niños menores de cinco años tiene estatura baja para la edad; sin duda el consumo de leche de vaca debe ser considerado como una intervención efectiva y relativamente poco costosa para mejorar el crecimiento lineal y disminuir la mortalidad infantil.(8, 18) Y, sin duda, no se puede dejar de resaltar que, dado la naturaleza de la leche, la cual es alta en densidad de nutrientes, no se requiere el consumo de grandes cantidades para recibir todos sus beneficios.(18)

REFERENCIAS

1. Fredriks AM, van Buuren S, Burgmeijer RJ, Meulmeester JF, Beuker RJ, Brugman E, et al. Continuing positive secular growth change in The Netherlands 1955-1997. *Pediatr Res.* 2000;47(3):316-23.
2. Batra P, Schlossman N, Balan I, Pruzensky W, Balan A, Brown C, et al. A Randomized Controlled Trial Offering Higher- Compared with Lower-Dairy Second Meals Daily in Preschools in Guinea-Bissau Demonstrates an Attendance-Dependent Increase in Weight Gain for Both Meal Types and an Increase in Mid-Upper Arm Circumference for the Higher-Dairy Meal. *J Nutr.* 2016;146(1):124-32.
3. Dror DK, Allen LH. Dairy product intake in children and adolescents in developed countries: trends, nutritional contribution, and a review of association with health outcomes. *Nutr Rev.* 2014;72(2):68-81.
4. Hoppe C, Mølgaard C, Michaelsen KF. Cow's milk and linear growth in industrialized and developing countries. *Annu Rev Nutr.* 2006;26:131-73.
5. Dor C, Stark AH, Dichtiar R, Keinan-Boker L, Shimony T, Sinai T. Milk and dairy consumption is positively associated with height in adolescents: results from the Israeli National Youth Health and Nutrition Survey. *Eur J Nutr.* 2022;61(1):429-38.
6. Grenov B, Michaelsen KF. Growth Components of Cow's Milk: Emphasis on Effects in Undernourished Children. *Food Nutr Bull.* 2018;39(2_suppl):S45-S53.
7. Herber C, Bogler L, Subramanian SV, Vollmer S. Association between milk consumption and child growth for children aged 6-59 months. *Sci Rep.* 2020;10(1):6730.
8. Ma J, Palmer DJ, Geddes D, Lai CT, Stinson L. Human Milk Microbiome and Microbiome-Related Products: Potential Modulators of Infant Growth. *Nutrients.* 2022;14(23).
9. Hoppe C, Mølgaard C, Juul A, Michaelsen KF. High intakes of skimmed milk, but not meat, increase serum IGF-I and IGFBP-3 in eight-year-old boys. *Eur J Clin Nutr.* 2004;58(9):1211-6.
10. Hoppe C, Udam TR, Lauritzen L, Mølgaard C, Juul A, Michaelsen KF. Animal protein intake, serum insulin-like growth factor I, and growth in healthy 2.5-y-old Danish children. *Am J Clin Nutr.* 2004;80(2):447-52.
11. Couce ML, Saenz de Pipaon M. Bone Mineralization and Calcium Phosphorus Metabolism. *Nutrients.* 2021;13(11).
12. Crowe FL, Mughal MZ, Maroof Z, Berry J, Kaleem M, Abburi S, et al. Vitamin D for Growth and Rickets in Stunted Children: A Randomized Trial. *Pediatrics.* 2021;147(1).
13. Munns CF, Shaw N, Kiely M, Specker BL, Thacher TD, Ozono K, et al. Global Consensus Recommendations on Prevention and Management of Nutritional Rickets. *J Clin Endocrinol Metab.* 2016;101(2):394-415.
14. Uday S, Högler W. Nutritional rickets & osteomalacia: A practical approach to management. *Indian J Med Res.* 2020;152(4):356-67.
15. Millward DJ. Nutrition, infection and stunting: the roles of deficiencies of individual nutrients and foods, and of inflammation, as determinants of reduced linear growth of children. *Nutr Res Rev.* 2017;30(1):50-72.
16. Millward DJ, Halliday D, Hundal H, Taylor P, Atherton P, Greenhaff P, et al. Michael John Rennie, MSc, PhD, FRSE, FHEA, 1946-2017: an appreciation of his work on protein metabolism in human muscle. *Am J Clin Nutr.* 2017;106(1):1-9.
17. Rana R, McGrath M, Gupta P, Thakur E, Kerac M. Feeding Interventions for Infants with Growth Failure in the First Six Months of Life: A Systematic Review. *Nutrients.* 2020;12(7).
18. Pereira PC. Milk nutritional composition and its role in human health. *Nutrition.* 2014;30(6):619-27.

La Buena **Nu****rición**

www.labuenanutricion.com