

Más allá de la proteína; arquitectura nutricional avanzada para envejecimiento saludable, sarcopenia y preservación funcional

José M. López, MD, PhD

Departamento Técnico IntaBiotech

Resumen

Mucho se ha escrito sobre el papel de la proteína de suero en el mercado del envejecimiento saludable, y una gran parte de la literatura al respecto acierta al identificar una transición estratégica: la proteína está dejando de pertenecer exclusivamente al territorio deportivo y comienza a ocupar el centro del discurso sobre sarcopenia, movilidad y autonomía funcional. Sin embargo, una lectura actual exige ampliar el enfoque. La proteína -incluida la proteína de suero- es necesaria, pero no suficiente. El envejecimiento muscular no depende solo de la síntesis proteica; depende también de la función mitocondrial, la inflamación crónica de bajo grado, la salud ósea, la calidad del tejido conectivo, la microbiota intestinal, la hidratación, el estado vitamínico-mineral, la actividad física y el contexto metabólico general.

La formulación moderna para envejecimiento saludable debe pasar, por tanto, de la lógica del “ingrediente estrella” a la lógica del **sistema nutricional multimodal**. En ese sistema, la proteína de alta calidad puede ser la base, pero ingredientes como creatina, HMB, vitamina D, calcio, magnesio, omega-3, colágeno, vitamina C, fibra prebiótica, probióticos específicos, polifenoles y moduladores mitocondriales emergentes pueden aportar funciones complementarias. La clave no es añadir ingredientes indiscriminadamente, sino elegirlos según fenotipo: adulto activo, adulto frágil, mujer posmenopáusica, usuario de fármacos anti-obesidad, paciente con bajo apetito, persona con riesgo de sarcopenia o consumidor sénior preventivo.

1. De la proteína aislada al ecosistema músculo-hueso-microbiota-mitocondria

Los trabajos originales de la pasada década planteaban que el suero lácteo podía desempeñar un papel relevante en el envejecimiento saludable por su capacidad para estimular la síntesis proteica muscular y por su posible utilidad frente a la sarcopenia. Ya entonces se reconocía una limitación importante, y es que varios estudios no evaluaban el suero aislado, sino fórmulas combinadas con leucina, vitamina D y entrenamiento de resistencia. Esa observación, que en 2015 podía parecer una advertencia metodológica, hoy es casi una guía de formulación: probablemente el futuro del sector no esté en productos mono-nutriente, sino en combinaciones racionales y clínicamente coherentes. Algunos autores, siguen sosteniendo estos postulados.

Sin embargo, a la luz de la ciencia actual, se sabe que la sarcopenia no debe reducirse a “falta de músculo”. El consenso europeo EWGSOP2 la define como una enfermedad muscular en la que la baja fuerza muscular ocupa una posición central; la baja cantidad o calidad muscular confirma el diagnóstico y el bajo rendimiento físico indica gravedad. Esta definición es decisiva porque desplaza el foco desde la masa corporal hacia la función: fuerza de agarre, levantarse de una silla, velocidad de marcha, equilibrio, autonomía y riesgo de caídas.

Desde una perspectiva fisiológica, el envejecimiento muscular se produce por la convergencia de varios procesos: menor estímulo mecánico, resistencia anabólica, ingesta proteica insuficiente, inflamación crónica, disfunción mitocondrial, alteraciones hormonales, peor perfusión muscular, enfermedad crónica, inmovilización, malnutrición y, en muchos casos, obesidad sarcopénica. Las guías ESPEN subrayan que la malnutrición y la deshidratación son frecuentes en personas mayores,

que deben abordarse de forma individualizada y multidisciplinar, y que las intervenciones nutricionales deben formar parte de un enfoque amplio, no de una suplementación aislada.

2. Leucina y aminoácidos esenciales: el interruptor anabólico no es toda la maquinaria

Aunque la leucina pertenece al mundo proteico, merece tratamiento separado porque ha sido uno de los grandes argumentos de venta del suero. La leucina actúa como señal metabólica relevante para activar la síntesis proteica muscular. Por eso las proteínas ricas en leucina -suero lácteo, leche, huevo, algunas mezclas enriquecidas- pueden ser más eficaces por gramo que proteínas con menor densidad de aminoácidos esenciales.

Ahora bien, conviene evitar una simplificación muy extendida, cual es que la leucina no “construye músculo” por sí sola. Activa una señal, pero el organismo necesita el conjunto de aminoácidos esenciales, energía suficiente y estímulo mecánico. Es como pulsar el botón de arranque de una fábrica y así, si no hay materia prima, electricidad y operarios, el botón no produce nada. Por eso las fórmulas enriquecidas con leucina son más razonables en personas mayores con baja ingesta, bajo apetito o resistencia anabólica, pero no sustituyen a una dieta proteica completa ni al ejercicio de fuerza.

El estudio citado en los trabajos originales revisados y en parte ya superados, -suero, leucina y vitamina D en mayores obesos sometidos a dieta hipocalórica y entrenamiento de resistencia-, ilustra bien esta lógica. La intervención ayudó a preservar masa muscular apendicular, pero no permite atribuir el efecto al suero aislado; el resultado procede de una matriz combinada: proteína, leucina, vitamina D, dieta y entrenamiento.

3. Creatina: probablemente el ingrediente no proteico más sólido para músculo y fuerza

Si hay un ingrediente no proteico con verdadero interés en envejecimiento muscular, ese ingrediente es la **creatina monohidrato**. Su función principal es aumentar la disponibilidad de fosfocreatina muscular, facilitando la regeneración rápida de ATP durante esfuerzos breves e intensos. Traducido: ayuda a realizar más repeticiones, sostener mejor el entrenamiento de fuerza y mejorar la adaptación muscular.

En adultos mayores, la creatina no debe venderse como “antienvjecimiento” genérico, sino como coadyuvante del entrenamiento de fuerza. La evidencia muestra que la creatina combinada con entrenamiento de resistencia puede mejorar masa magra y fuerza en adultos mayores, aunque los efectos no son uniformes en todos los estudios y dependen del programa de ejercicio, duración, sexo, dieta y estado basal. Un metaanálisis clásico en mayores concluyó que la creatina durante entrenamiento de resistencia aumenta tejido magro y fuerza de tren superior e inferior; revisiones posteriores mantienen la idea de beneficio, especialmente cuando la intervención incluye entrenamiento suficiente.

Desde el punto de vista regulatorio europeo, la creatina tiene una posición particularmente interesante: existe una declaración autorizada según la cual “el consumo diario de creatina puede aumentar el efecto del entrenamiento de resistencia sobre la fuerza muscular en adultos mayores de 55 años”, siempre vinculada a condiciones concretas de uso. EFSA evaluó positivamente la relación causa-efecto para creatina consumida diariamente junto con entrenamiento de resistencia en mayores de 55 años.

La dosis práctica habitual se sitúa en torno a **3–5 g/día de creatina monohidrato**, sin necesidad de fase de carga en población sénior. En formulación comercial, esto permite productos muy claros: proteína + creatina + vitamina D + minerales, orientados a fuerza funcional y entrenamiento de resistencia. La advertencia principal es que no debe plantearse como ingrediente autónomo para personas sedentarias: sin estímulo muscular, su valor cae claramente.

4. HMB: útil en escenarios catabólicos, pero no debe sobredimensionarse

El **β -hidroxi- β -metilbutirato**, conocido como HMB, es un metabolito de la leucina. Su interés teórico procede de dos mecanismos: estimulación de la síntesis proteica y reducción de la degradación proteica muscular. Por eso se ha estudiado en sarcopenia, fragilidad, inmovilización, pérdida de peso, recuperación clínica y adultos mayores con bajo estado funcional.

La evidencia es prometedora, pero más irregular que la de la creatina. Algunos ensayos muestran que el HMB puede mejorar fuerza, rendimiento físico o calidad muscular cuando se combina con ejercicio de resistencia en mayores sarcopénicos. Un estudio aleatorizado doble ciego de 2023 en adultos mayores con sarcopenia concluyó que el HMB mejoró el efecto del entrenamiento de resistencia sobre fuerza, rendimiento físico y calidad muscular.

Pero los metaanálisis recientes son más cautelosos. Una revisión de 2024 concluyó que el ejercicio con HMB podría mejorar rendimiento físico en sarcopenia, aunque los efectos sobre masa muscular, fuerza y composición corporal parecen pequeños y limitados por el número de estudios disponibles. Otra revisión de 2025 comunicó ausencia de evidencia clara para beneficio sobre rendimiento físico en pacientes con sarcopenia.

La interpretación más equilibrada es esta: el HMB no debería ser el primer argumento de una fórmula generalista para adultos sanos, pero sí puede ser un ingrediente razonable en productos para **fragilidad, bajo apetito, recuperación, pérdida de peso, inmovilización relativa o riesgo de catabolismo**. En el mercado, su uso más defendible suele estar alrededor de **3 g/día**, a menudo combinado con vitamina D y proteína. El riesgo comercial es prometer demasiado; el uso serio es posicionarlo como modulador anti-catabólico complementario, no como sustituto del entrenamiento ni de la proteína suficiente.

5. Vitamina D: esencial, pero no es una píldora universal contra caídas y fracturas

La vitamina D ocupa una posición delicada: es indispensable para salud ósea y función muscular normal, pero su suplementación indiscriminada ha sido sobrevenida. En la Unión Europea existe una declaración autorizada para vitamina D relativa al mantenimiento de la función muscular normal, siempre que el producto cumpla las condiciones para ser fuente de vitamina D.

La evidencia clínica obliga a distinguir entre **corregir déficit** y **suplementar masivamente a población suficiente**. La guía de la *Endocrine Society* de 2024 sugiere suplementación empírica en adultos mayores de 75 años, pero no respalda cribado rutinario ni megadosis en adultos sanos sin indicación; cuando existe indicación de tratamiento o suplementación, prefiere dosis diarias menores frente a dosis altas intermitentes en mayores de 50 años.

Además, la USPSTF ha recomendado en su borrador de actualización contra la suplementación con vitamina D, con o sin calcio, para prevención primaria de fracturas y caídas en adultos mayores comunitarios, cuando no existe déficit, osteoporosis u otra indicación específica. Esto no significa que vitamina D y calcio sean irrelevantes; significa que no deben presentarse como garantía universal de prevención de caídas o fracturas en personas suficientes y relativamente sanas.

En formulación responsable, la vitamina D tiene sentido en productos sénior por tres motivos: prevalencia de insuficiencia en subgrupos, papel en músculo y hueso, y legitimidad regulatoria de ciertos *claims*. Pero el mensaje correcto no es “evita caídas”, sino “contribuye al mantenimiento de la función muscular normal” y “contribuye al mantenimiento de huesos normales”, si se cumplen las condiciones legales.

6. Calcio, magnesio y vitamina K: salud ósea y contracción muscular, no hipertrofia

El músculo envejecido no vive aislado: se inserta en huesos, tendones y articulaciones. Por eso una estrategia de envejecimiento saludable debe pensar en el sistema musculoesquelético

completo. El calcio es estructuralmente central para el hueso; el magnesio participa en función muscular, metabolismo energético y equilibrio neuromuscular; la vitamina K contribuye al mantenimiento de huesos normales en el marco de declaraciones autorizadas europeas, siempre que se respeten condiciones de uso.

Ahora bien, estos ingredientes no deben confundirse con anabólicos musculares. Calcio, magnesio y vitamina K no “crean músculo”. Su papel es de soporte: contracción muscular normal, metabolismo energético, mineralización ósea y mantenimiento del sistema musculoesquelético. En una mujer posmenopáusica con baja densidad mineral ósea, un producto con proteína, colágeno específico, vitamina D, calcio, magnesio y vitamina K puede tener sentido conceptual. En un varón activo de 58 años con dieta adecuada, quizá sea más relevante creatina, proteína suficiente y entrenamiento progresivo.

Regulatoriamente hablando, el Reglamento europeo de declaraciones nutricionales y saludables autoriza *claims* para numerosos micronutrientes, pero el uso comercial exige cumplir dosis, condiciones y redacción. El problema no es formular con minerales; el problema es atribuirles beneficios clínicos no autorizados.

7. Omega-3 EPA/DHA: inflamación, membrana muscular y señalización anabólica

Los ácidos grasos omega-3 de cadena larga, especialmente EPA y DHA, son ingredientes atractivos para envejecimiento saludable porque conectan varias áreas: salud cardiovascular, inflamación, función muscular, membranas celulares y quizá sensibilidad anabólica. Un ensayo clásico en adultos mayores mostró que la suplementación con omega-3 aumentó la tasa de síntesis proteica muscular, lo que abrió una línea de investigación sobre su posible utilidad frente a sarcopenia.

Sin embargo, el conjunto de la evidencia sigue siendo heterogéneo. Una revisión y metaanálisis de 2024 concluyó que los omega-3 pueden mejorar masa muscular y función, pero otra revisión de 2025 señaló evidencia limitada para eficacia consistente en adultos sanos y poblaciones clínicas. Esta discrepancia no invalida el ingrediente; indica que la respuesta depende de dosis, duración, relación EPA/DHA, estado inflamatorio, dieta, ejercicio, enfermedad de base y desenlaces medidos.

En la práctica, los omega-3 son especialmente razonables cuando la fórmula se orienta a **adulto mayor con inflamación metabólica, baja ingesta de pescado, salud cardiovascular concomitante o recuperación muscular**. Su incorporación en polvo requiere resolver oxidación, sabor, estabilidad y encapsulación. A menudo es más limpio formularlos como cápsulas blandas o micro-encapsulados de alta estabilidad, no necesariamente dentro de una bebida proteica.

8. Colágeno hidrolizado: no sustituye a la proteína muscular, pero sí puede apoyar tejido conectivo y hueso

El colágeno es uno de los ingredientes peor comunicados del mercado. Se vende a menudo como si fuera una proteína completa equivalente al suero, cuando no lo es. El colágeno tiene bajo contenido en leucina y carece de un perfil óptimo de aminoácidos esenciales para síntesis de músculo contráctil. Por tanto, no debe utilizarse como sustituto de una proteína de alta calidad en una estrategia contra sarcopenia.

Dicho esto, el colágeno hidrolizado o los péptidos específicos de colágeno pueden tener interés en otro plano: matriz extracelular, tendón, ligamento, cartílago, articulación y hueso. Un ensayo en varones mayores sarcopénicos mostró que la suplementación con péptidos de colágeno combinada con entrenamiento de resistencia mejoró más la masa libre de grasa, fuerza y pérdida de grasa que placebo.

Además, estudios en mujeres posmenopáusicas con baja densidad mineral ósea han sugerido que péptidos específicos de colágeno pueden mejorar densidad mineral ósea y marcadores de remodelado óseo, aunque la magnitud y generalización de estos efectos requieren prudencia.

La combinación más razonable no es “colágeno para músculo”, sino **proteína completa para músculo + colágeno para tejido conectivo + vitamina C como cofactor de síntesis normal de colágeno**. EFSA ha reconocido la relación entre vitamina C y formación normal de colágeno para la función normal de estructuras como hueso, cartílago, piel y vasos sanguíneos.

9. Fibra prebiótica, probióticos y simbióticos: la frontera intestino-músculo

La relación entre microbiota y músculo -el llamado eje intestino-músculo- es una de las áreas más interesantes y todavía menos maduras. La hipótesis es plausible: la microbiota puede influir en inflamación sistémica, permeabilidad intestinal, producción de ácidos grasos de cadena corta, metabolismo energético, absorción de nutrientes, inmunidad y quizá señalización muscular.

Una revisión sistemática y metaanálisis publicada en *Nutrition Reviews* en 2025 incluyó ocho ensayos clínicos y observó que los probióticos mejoraron fuerza muscular, rendimiento físico y función, con indicios de beneficio sobre masa muscular; los prebióticos también parecieron útiles para fuerza, aunque la evidencia sigue siendo limitada.

En formulación comercial, esto abre una vía interesante: productos proteicos sénior con **fibra prebiótica soluble** -inulina, FOS, GOS, parcialmente hidrolizados, betaglucanos o fibras tolerables- y, en casos concretos, probióticos bien caracterizados. Pero el campo exige rigor. No basta con añadir “probióticos” genéricos: la evidencia es cepa-dependiente, dosis-dependiente y población-dependiente. Además, en la Unión Europea las declaraciones saludables para probióticos son especialmente restrictivas, por lo que el lenguaje comercial debe centrarse en nutrición, fibra, bienestar digestivo permitido y soporte general, evitando promesas no autorizadas.

10. Polifenoles: antioxidantes sí, pero sobre todo moduladores de señalización

Los polifenoles -resveratrol, quercetina, curcuminoides, catequinas, antocianinas, hesperidina, pinalaginas, entre otros- se han vinculado a estrés oxidativo, inflamación, función endotelial, metabolismo mitocondrial y recuperación. Durante años se vendieron como “antioxidantes” en sentido simplista. Hoy es más correcto describirlos como moduladores de vías de señalización redox e inflamatorias.

Una revisión sistemática y metaanálisis de 2024 sobre polifenoles y sarcopenia concluyó que la suplementación podría tener efecto beneficioso sobre masa muscular en sujetos sarcopénicos, pero advirtió que se necesitan estudios más amplios para confirmar los resultados.

En una fórmula de envejecimiento saludable, los polifenoles no deberían ocupar el centro si el producto promete músculo. Su papel es secundario y contextual: inflamación de bajo grado, recuperación, salud vascular, estrés oxidativo y envejecimiento metabólico. Técnicamente, también aportan retos: baja biodisponibilidad, interacciones con matriz, color, sabor, astringencia y estabilidad. La curcumina, por ejemplo, necesita estrategias de biodisponibilidad; el resveratrol tiene problemas de metabolismo rápido; los extractos vegetales varían enormemente en composición.

11. Urolitina A, NAD, NR y NMN: promesa mitocondrial, evidencia todavía selectiva

La mitocondria es una pieza crítica del envejecimiento muscular. Con la edad disminuyen la eficiencia bioenergética, la capacidad oxidativa y la calidad mitocondrial. Esto ha generado interés por ingredientes orientados a mitofagia, biogénesis mitocondrial y metabolismo NAD⁺.

La **urolitina A** es probablemente el ingrediente más interesante de esta familia. Es un metabolito derivado de elagitaninos —presentes, por ejemplo, en granada y frutos secos— producido

por ciertas microbiotas intestinales. Un ensayo clínico aleatorizado publicado en *JAMA Network Open* en 2022 encontró que la suplementación con **urolitina A** fue segura y bien tolerada, con beneficios sobre resistencia muscular y biomarcadores de salud mitocondrial en adultos mayores.

Los precursores de NAD⁺, como nicotinamida ribósido -NR- y nicotinamida mononucleótido -NMN- tienen un relato mecanístico potente, pero la evidencia funcional en músculo humano es todavía menos convincente. Una revisión sistemática y metaanálisis de 2025 concluyó que NMN y NR ofrecen beneficios mínimos para sarcopenia y rendimiento muscular en adultos mayores, y que la evidencia actual no respalda su uso como estrategia principal para preservar masa o función muscular.

La recomendación crítica es clara: **urolitina A** puede considerarse ingrediente emergente de gama alta para salud mitocondrial y resistencia muscular, con una narrativa científica razonable. NR y NMN deben tratarse con mayor prudencia en productos orientados a músculo, porque el salto entre elevar NAD⁺ y mejorar función física todavía no está suficientemente consolidado.

12. Hidratación, electrolitos y energía: el factor olvidado

En adultos mayores, la deshidratación y la baja ingesta energética son problemas reales. Una fórmula con proteína, creatina y micronutrientes puede fracasar si el usuario no bebe suficiente, come poco o pierde peso demasiado rápido. ESPEN subraya que los mayores están en riesgo de malnutrición y deshidratación, y que las restricciones dietéticas excesivas pueden agravar pérdida de masa libre de grasa y deterioro funcional.

Esto tiene consecuencias prácticas. En un adulto mayor con bajo apetito, quizá no convenga una fórmula “dietética” baja en todo. Puede necesitar energía, textura agradable, grasa saludable, hidratos de carbono tolerables y densidad nutricional. En obesidad sarcopénica, por el contrario, el objetivo será preservar músculo durante pérdida de grasa, combinando déficit moderado, proteína suficiente, fuerza y quizá creatina/HMB. ESPEN recomienda que, si se plantea pérdida de peso en mayores obesos, se combine con ejercicio físico siempre que sea posible para preservar masa muscular.

13. Diseño de fórmulas por fenotipo: no hay una sola “fórmula sénior”

A. Adulto mayor activo, 55–70 años, con entrenamiento de fuerza

La base racional sería proteína de alta calidad, creatina monohidrato y vitamina D si la ingesta o el estatus lo justifican. Puede añadirse magnesio si la dieta es insuficiente. El mensaje comercial debería centrarse en mantenimiento de masa muscular, fuerza funcional y apoyo al entrenamiento, no en “rejuvenecimiento”.

Estructura posible: 20–30 g de proteína completa, 3 g de creatina, vitamina D en dosis nutricional, magnesio, sabor limpio y baja carga de azúcar.

B. Adulto frágil, bajo apetito o riesgo de sarcopenia

Aquí importa más la densidad nutricional, la facilidad de consumo y la matriz completa. Puede ser razonable combinar proteína de alta calidad, leucina añadida o EAA, HMB, vitamina D, minerales y energía suficiente. La textura debe ser amable, sin sensación medicinal.

Estructura posible: 20–25 g de proteína, leucina total suficiente, 3 g de HMB, vitamina D, calcio/magnesio si procede, fibra soluble tolerable y formato de bebida o crema.

C. Pérdida de peso, obesidad sarcopénica o usuarios de GLP-1

El objetivo es perder grasa sin sacrificar masa magra. La fórmula debe ser alta en proteína, con creatina y quizá HMB, pero acompañada de entrenamiento de fuerza. En este grupo, el riesgo es que el apetito reducido lleve a déficit de proteína, micronutrientes y energía útil.

Estructura posible: proteína de alta calidad, creatina, fibra soluble, micronutrientes críticos y formato saciante, sin desplazar comidas completas necesarias.

D. Mujer posmenopáusica con preocupación músculo-hueso-articulación

Tiene sentido integrar proteína completa, vitamina D, calcio/magnesio, vitamina K cuando proceda, colágeno específico y vitamina C. Aquí la promesa no debe ser solo muscular, sino músculo-hueso-tejido conectivo.

Estructura posible: proteína completa + 10–15 g de péptidos de colágeno + vitamina C + vitamina D + minerales óseos, cuidando *claims* y contraindicaciones.

E. Adulto mayor con inflamación metabólica o baja ingesta de pescado

Puede tener interés añadir omega-3 EPA/DHA, aunque técnicamente puede ser mejor separarlo en cápsulas o micro-encapsulados estables. Los polifenoles pueden complementar, pero no sustituir la base proteica y mecánica.

Estructura posible: proteína, omega-3 estable, fibra prebiótica, polifenoles seleccionados y bajo azúcar.

F. Producto premium de longevidad funcional

Aquí podrían entrar urolitina A, polifenoles, creatina, proteína, fibra prebiótica y micronutrientes. Pero el posicionamiento debe ser honesto: “apoyo a función muscular, metabolismo energético y envejecimiento activo”, no “antienvjecimiento” en sentido médico.

14. Jerarquía práctica de ingredientes

La jerarquía más seria sería esta:

Nivel 1: base imprescindible. Proteína completa suficiente, energía adecuada, ejercicio de fuerza, vitamina D si hay baja ingesta/alto riesgo/déficit, hidratación y control de malnutrición.

Nivel 2: ingredientes de alto interés funcional. Creatina monohidrato, leucina/EAA en casos seleccionados, HMB en fragilidad o catabolismo, calcio/magnesio/vitamina K según fenotipo óseo.

Nivel 3: soporte sistémico. Omega-3 EPA/DHA, fibra prebiótica, probióticos específicos, colágeno + vitamina C, polifenoles.

Nivel 4: innovación premium/emergente. Urolitina A, moduladores mitocondriales, NR/NMN con prudencia, combinaciones personalizadas según biomarcadores y estilo de vida.

Esta jerarquía evita un error común: formular desde el marketing antes que desde la biología. El músculo no necesita una lista larga de ingredientes; necesita una estrategia coherente.

15. Conclusión

El futuro del envejecimiento saludable no será “más proteína” sin más. Será **nutrición funcional de precisión razonable**, orientada a preservar fuerza, movilidad, hueso, tejido conectivo, metabolismo y autonomía. La proteína de suero conserva una posición privilegiada por su calidad aminoacídica y su densidad de leucina, pero el mercado maduro exigirá fórmulas más completas y honestas.

La creatina aparece como el complemento no proteico más robusto cuando existe entrenamiento de resistencia. El HMB tiene sentido en fragilidad y catabolismo, pero no debe venderse como universal. La vitamina D es esencial, pero no debe transformarse en promesa indiscriminada contra caídas. Los omega-3, el colágeno, la fibra prebiótica, los probióticos y los polifenoles ofrecen capas complementarias. La urolitina A representa una frontera interesante de salud mitocondrial; NR y NMN requieren más prudencia para músculo.

La recomendación final es clara: para un producto serio de envejecimiento saludable, la pregunta no debe ser “qué ingredientes están de moda”, sino “qué problema funcional queremos resolver, en qué población, con qué mecanismo, con qué dosis, con qué evidencia, con qué claim legal y con qué probabilidad real de adherencia”.

Bibliografía

1. Crane, M. (2015). *Whey Protein's Role in the Healthy-Aging Market*. **Nutritional Outlook**.
2. Cruz-Jentoft, A. J., Bahat, G., Bauer, J., Boirie, Y., Bruyère, O., Cederholm, T., et al. (2019). Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. **Age and Ageing**, *48*(1), 16–31. doi: 10.1093/ageing/afy169.
3. Volkert, D., Beck, A. M., Cederholm, T., Cruz-Jentoft, A., Goisser, S., Hooper, L., et al. (2022). ESPEN practical guideline: Clinical nutrition and hydration in geriatrics. **Clinical Nutrition**, *41*, 958–989. doi: 10.1016/j.clnu.2022.01.024.
4. Bauer, J. M., Verlaan, S., Bautmans, I., Brandt, K., Donini, L. M., Maggio, M., et al. (2015). Effects of a vitamin D and leucine-enriched whey protein nutritional supplement on measures of sarcopenia in older adults. **Journal of the American Medical Directors Association**, *16*(9), 740–747.
5. Verreijen, A. M., Verlaan, S., Engberink, M. F., Swinkels, S., de Vogel-van den Bosch, J., & Weijs, P. J. M. (2015). A high whey protein-, leucine-, and vitamin D-enriched supplement preserves muscle mass during intentional weight loss in obese older adults. **The American Journal of Clinical Nutrition**, *101*(2), 279–286. Referido en el artículo original de Nutritional Outlook.
6. Devries, M. C., & Phillips, S. M. (2014). Creatine supplementation during resistance training in older adults: a meta-analysis. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, *46*(6), 1194–1203.
7. Chilibeck, P. D., Kaviani, M., Candow, D. G., & Zello, G. A. (2017). Effect of creatine supplementation during resistance training on lean tissue mass and muscular strength in older adults: a meta-analysis. **Open Access Journal of Sports Medicine**, *8*, 213–226.
8. dos Santos, E. E. P., de Araújo, R. C., Candow, D. G., Forbes, S. C., Guijo, J. A., et al. (2021). Efficacy of creatine supplementation combined with resistance training on muscle strength and muscle mass in older females: systematic review and meta-analysis. **Nutrients**, *13*(11), 3757.
9. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies. (2016). Creatine in combination with resistance training and improvement in muscle strength: evaluation of a health claim pursuant to Article 13(5) of Regulation (EC) No 1924/2006. **EFSA Journal**, *14*(2), 4400. doi: 10.2903/j.efsa.2016.4400.
10. European Commission. EU Register on Nutrition and Health Claims: creatine claim for adults over 55 years.
11. Yang, C., et al. (2023). HMB supplementation with resistance exercise in older adults with sarcopenia: randomized, double-blind, placebo-controlled study.
12. Feng, Y., et al. (2024). Effects of exercise with or without β -hydroxy- β -methylbutyrate supplementation on sarcopenia: systematic review and meta-analysis. **Frontiers in Nutrition**.
13. Gu, W. T., et al. (2025). The effects of β -hydroxy- β -methylbutyrate supplementation on sarcopenia: systematic review and meta-analysis. **Maturitas**.
14. Rathmacher, J. A., et al. (2020). Long-term effects of calcium β -hydroxy- β -methylbutyrate and vitamin D3 supplementation on muscle function in older adults. **The Journals of Gerontology: Series A**, *75*(11), 2089–2097.
15. Demay, M. B., et al. (2024). Vitamin D for the prevention of disease: an Endocrine Society Clinical Practice Guideline. **Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**.
16. Endocrine Society. (2024). Vitamin D for the prevention of disease guideline resources.

17. U.S. Preventive Services Task Force. (2024). Draft recommendation: vitamin D, calcium, or combined supplementation for the primary prevention of falls and fractures in community-dwelling adults.
18. European Commission. EU Register on Nutrition and Health Claims: vitamin D contributes to the maintenance of normal muscle function.
19. Smith, G. I., Atherton, P., Reeds, D. N., Mohammed, B. S., Rankin, D., Rennie, M. J., & Mittendorfer, B. (2011). Dietary omega-3 fatty acid supplementation increases the rate of muscle protein synthesis in older adults. *The American Journal of Clinical Nutrition*, **93**(2), 402–412.
20. Therdyothin, A., et al. (2024). The effects of omega-3 polyunsaturated fatty acids on muscle mass and function: systematic review and meta-analysis.
21. Nunes, E. A., et al. (2025). Lack of evidence for omega-3 fatty acid supplementation in improving muscle-related outcomes. *Clinical Nutrition ESPEN*.
22. Zdzieblik, D., Oesser, S., Baumstark, M. W., Gollhofer, A., & König, D. (2015). Collagen peptide supplementation in combination with resistance training improves body composition and increases muscle strength in elderly sarcopenic men. *British Journal of Nutrition*, **114**(8), 1237–1245.
23. König, D., Oesser, S., Scharla, S., Zdzieblik, D., & Gollhofer, A. (2018). Specific collagen peptides improve bone mineral density and bone markers in postmenopausal women. *Nutrients*, **10**(1), 97.
24. Khatri, M., Naughton, R. J., Clifford, T., Harper, L. D., & Corr, L. (2021). The effects of collagen peptide supplementation on body composition, collagen synthesis, and recovery from joint injury and exercise.
25. Bischof, K., et al. (2024). Impact of collagen peptide supplementation in combination with exercise on musculoskeletal performance: systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*.
26. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies. (2009). Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to vitamin C and normal collagen formation. *EFSA Journal*.
27. Besora-Moreno, M., et al. (2025). Effects of probiotics, prebiotics, and synbiotics on sarcopenia-related outcomes in older adults: systematic review and meta-analysis. *Nutrition Reviews*, **83**(7), e1693.
28. Medoro, A., et al. (2024). Polyphenol supplementation and sarcopenia: systematic review and meta-analysis of clinical trials. *The Journal of Frailty & Aging*.
29. Liu, S., et al. (2022). Effect of urolithin A supplementation on muscle endurance and mitochondrial health in older adults: randomized clinical trial. *JAMA Network Open*.
30. Prokopidis, K., et al. (2025). The effect of nicotinamide mononucleotide and riboside on skeletal muscle mass and function: systematic review and meta-analysis.
31. European Commission. Commission Regulation (EU) No 432/2012 establishing a list of permitted health claims made on foods. EU Register on Nutrition and Health Claims,