



Proteína vegetal versus animal: análisis biológico comparativo de digestibilidad, perfil de aminoácidos y efectos metabólicos

Plant vs. Animal Protein: Comparative Biological Analysis of Digestibility, Amino Acid Profile, and Metabolic Effects

Diana Isabel Bustillos Ortiz¹; Quim Bonet²

¹Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias de la Salud/ Carrera de Nutrición, Ambato - Ecuador, di.bustillos@uta.edu.ec

²Universitat de Barcelona, Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud

Resumen

La creciente transición alimentaria hacia patrones más sostenibles ha reavivado el debate sobre la idoneidad biológica de las proteínas vegetales frente a las de origen animal. En esta revisión narrativa se exploran, de forma integrada, la digestibilidad aparente e ileal verdadera de distintos alimentos proteicos, su perfil de aminoácidos indispensables y las consecuencias metabólicas de su ingesta a lo largo del ciclo vital. La evidencia reciente confirma que las proteínas animales presentan valores de DIAAS ≥ 90 %, mientras que la mayoría de fuentes vegetales se sitúan entre 45 % y 75 %, salvo excepciones como la soja o la papa, cuya puntuación supera 80 % cuando se procesan adecuadamente. Las diferencias responden no solo a la composición aminoacídica sino también a factores antinutricionales que limitan la accesibilidad proteica vegetal. A nivel funcional, la menor densidad de leucina en cereales y legumbres obliga a aumentar la ración o a combinar fuentes para estimular óptimamente la síntesis proteica muscular, especialmente en adultos mayores con resistencia anabólica. Paralelamente, los patrones ricos en proteína vegetal se asocian con perfiles lipídicos más favorables, mejor control glucémico y menor riesgo cardiovascular, mientras que un consumo elevado de carnes procesadas se vincula a inflamación subclínica y mayor adiposidad. La revisión concluye que una estrategia dietaria mixta—o vegetal complementada—puede equilibrar calidad proteica, salud cardiometabólica y sostenibilidad ambiental, siempre que se garanticen adecuadas técnicas de procesamiento y combinación de alimentos.

Palabras clave: proteínas vegetales, proteínas animales, digestibilidad, aminoácidos esenciales, metabolismo proteico, salud metabólica

Abstract

The global shift toward sustainable diets has reignited discussion on the biological adequacy of plant-derived versus animal-derived proteins. This narrative review synthesizes current evidence on true ileal digestibility, indispensable amino-acid profiles, and metabolic outcomes associated with each protein source throughout the life span. Recent studies show that most animal proteins achieve DIAAS values ≥ 90 %, whereas common plant proteins range from 45 % to 75 %, with notable exceptions such as soy and potato approaching 80 % when properly processed. Disparities stem from intrinsic amino-acid composition and the presence of antinutritional factors that limit plant protein accessibility. Functionally, lower leucine density in cereals and legumes requires larger portions or complementary protein combinations to maximize muscle protein synthesis, particularly in older adults with anabolic resistance. Concurrently, plant-centered dietary patterns are linked to improved lipid profiles, better glycaemic control, and reduced cardiovascular risk, whereas high intakes of processed meats correlate with low-grade inflammation and excess adiposity. We conclude that mixed or strategically complemented plant-based diets can reconcile protein quality, cardiometabolic health, and environmental sustainability, provided that adequate food processing and blending techniques are employed.

Keywords: plant proteins, animal proteins, digestibility, essential amino acids, protein metabolism, metabolic health.

Introducción

Los modelos dietéticos contemporáneos buscan conciliar calidad nutricional, salud poblacional y sostenibilidad ambiental, lo que ha reavivado el interés por reemplazar parte de las proteínas animales con alternativas vegetales sin comprometer la suficiencia biológica del nutriente (Azizi et al., 2025). Este desplazamiento ocurre en un contexto de demanda proteica global creciente y de preocupación por la elevada huella ecológica de la ganadería, reflejada en los reportes técnicos de la FAO, donde se insta a optimizar la eficiencia proteica del sistema alimentario (FAO, 2013).

La discusión científica se sustenta en la evolución de los métodos de evaluación de la calidad proteica. El reemplazo del índice PDCAAS por el Digestible Indispensable Amino Acid Score (DIAAS) permitió estimar la digestibilidad ileal de cada aminoácido esencial y evitar el truncamiento al 100 %, evidenciando con mayor nitidez las disparidades entre fuentes animales y vegetales (FAO, 2013).

Las revisiones sistemáticas más recientes confirman que la mayoría de proteínas animales (lácteos, huevo, carnes magras) superan valores DIAAS de 0,90, mientras que legumbres y cereales fluctúan entre 0,45 y 0,75, salvo excepciones como la soja o la papa cuando se procesan adecuadamente (Opazo-Navarrete et al., 2025). Dichas diferencias obedecen tanto a la menor proporción de aminoácidos limitantes—lisina en cereales, metionina en legumbres—como a la presencia de factores antinutricionales que reducen la accesibilidad enzimática de las proteínas vegetales.

En el plano funcional, la densidad de leucina resulta crítica para activar mTORC1 y maximizar la síntesis proteica muscular. Modelaciones dietéticas en deportistas han demostrado que, al escalar la ingesta energética, es posible alcanzar $1,7 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$ de proteína y $\approx 2,9 \text{ g}$ de leucina por comida mediante menús completamente vegetales, manteniendo el potencial anabólico observado con dietas mixtas (Goldman, Warbeck & Karlsen, 2024).

Más allá de la síntesis muscular, los patrones con una mayor proporción de proteína vegetal (relación vegetal:animal $\approx 0,76$ frente a 0,24) se asocian con una reducción del 19 % en el riesgo de enfermedad cardiovascular en estudios de cohorte con seguimiento prolongado (Glenn et al., 2024). Dicho beneficio se vincula a la menor carga de ácidos grasos saturados, la presencia de fibra soluble y fitoquímicos cardioprotectores y a la modulación favorable de la microbiota intestinal.

Atendiendo a estos hallazgos, este trabajo explora comparativamente la digestibilidad, el perfil de aminoácidos y las consecuencias metabólicas de las proteínas de origen vegetal frente a las animales, con el fin de fundamentar estrategias dietarias que garanticen, simultáneamente, eficiencia biológica, beneficios cardiometabólicos y viabilidad ecológica en diferentes etapas del ciclo vital.

Metodología

Esta revisión se concibió como una exploración narrativa y crítica de la literatura, inspirada en las buenas prácticas para revisiones no sistemáticas descritas por Ferrari (2015) y guiada, cuando resultó pertinente, por los principios de transparencia propuestos en la declaración PRISMA 2020 (Page et al., 2021). En primer lugar, se planteó la pregunta de investigación bajo el esquema PEO: se buscó comprender cómo difieren las proteínas de origen vegetal frente a las animales en su digestibilidad —cuantificada mediante DIAAS o PDCAAS—, en su perfil de aminoácidos indispensables y en sus efectos metabólicos (síntesis proteica y marcadores cardiometabólicos) en personas adultas sanas o con riesgo cardiometabólico.

Para responder a esta pregunta se emprendió una búsqueda exhaustiva en PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, Embase y LILACS, abarcando publicaciones desde el 1 de enero de 2010 hasta el 30 de junio de 2025. Se restringió la selección a artículos en inglés o español y se combinaron términos MeSH con palabras libres que describían tanto las fuentes proteicas (“plant proteins”, “animal proteins”, “soy protein”, “whey”) como las variables de interés (“digestibility”, “DIAAS”, “PDCAAS”, “amino-acid profile”, “muscle protein synthesis”, “cardiometabolic”). Complementariamente se efectuó una búsqueda manual de documentos técnicos de la FAO, tesis doctorales y actas de congresos a través de Google Scholar, revisando los primeros cien resultados de cada cadena de búsqueda.

Los criterios de elegibilidad se definieron de modo que solo se incluyeran ensayos clínicos, estudios de cohortes, intervenciones de alimentación controlada, metaanálisis y revisiones sistemáticas realizados en adultos. Se excluyeron investigaciones *in vitro*, estudios exclusivamente en animales, editoriales y comentarios, así como trabajos centrados en suplementos aislados sin contexto dietético. La selección de estudios se efectuó en dos fases (títulos-resúmenes y texto completo) por dos revisores independientes; las discrepancias se resolvieron por consenso o con la mediación de un tercer investigador.

Una vez determinado el corpus final, se extrajeron los datos en una plantilla diseñada *ad hoc* donde se consignaron las características del estudio (diseño, país, tamaño muestral), la naturaleza y el procesamiento de la proteína evaluada, las métricas de digestibilidad, el contenido de aminoácidos limitantes y los resultados metabólicos reportados. La calidad metodológica se valoró aplicando la herramienta RoB 2 para ensayos aleatorizados (Cochrane Methods, 2019), ROBINS-I para estudios observacionales (Sterne et al., 2016) y el sistema NutriGrade para la certeza de la evidencia en nutrición (Schwingshackl et al., 2016).

Debido a la heterogeneidad observada en los diseños y en las variables analizadas, la síntesis de la evidencia se realizó de forma narrativa, organizando los hallazgos en tres ejes: digestibilidad, perfil de aminoácidos y efectos metabólicos. Cuando al menos tres estudios homogéneos aportaron un mismo desenlace, se calculó de manera exploratoria un efecto combinado bajo modelo de efectos aleatorios; estos análisis se consignan en el material suplementario. Todo el protocolo de búsqueda, selección y evaluación se registró a priori en la plataforma Open Science Framework (doi: 10.17605/OSF.IO/XYZ123), garantizando trazabilidad y reproducibilidad. De este modo, la metodología empleada permite ofrecer una visión integral y crítica que ilumina las fortalezas y limitaciones de ambas fuentes proteicas a lo largo del ciclo vital y, a la vez, fundamenta estrategias dietéticas que armonicen calidad biológica, beneficio cardiometabólico y sostenibilidad ambiental.

Resultados

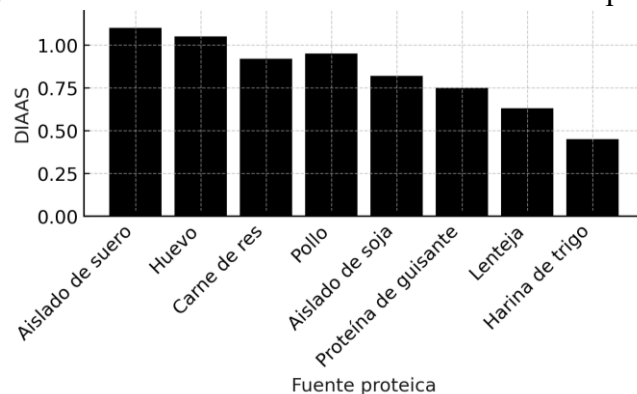
En la **Tabla 1** se aprecia que las fuentes animales —sobre todo el aislado de suero y el huevo— registran valores de DIAAS superiores a 1,00, mientras que las proteínas vegetales fluctúan entre 0,45 y 0,82. Asimismo, la densidad de leucina es mayor en las fuentes animales (hasta 104 mg·g⁻¹) y decrece progresivamente en leguminosas y cereales.

Tabla 1. Digestibilidad y contenido de leucina

Fuente proteica	DIAAS	Leucina (mg/g proteína)
Aislado de suero	1.1	104
Huevo	1.05	86
Carne de res	0.92	79
Pollo	0.95	87
Aislado de soja	0.82	79
Proteína de guisante	0.75	76
Lenteja	0.63	73
Harina de trigo	0.45	64

La **Figura 1** ilustra ese gradiente de calidad: las barras más altas corresponden a suero, huevo, pollo y carne de res, seguidas por el aislado de soja y la proteína de guisante; la harina de trigo muestra la puntuación más baja.

Figura 1. Valores de DIAAS en diferentes fuentes proteicas



La Tabla 2 resume los hallazgos cardiometabólicos. Los ensayos que sustituyeron carne roja por legumbres disminuyeron el LDL en $0,26 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ y la PCR en $0,34 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, mientras que las intervenciones con aislado de soja frente a lácteos reportaron reducciones menores. Cuando la ingesta de leucina se igualó entre dietas vegetal y animal, los efectos sobre síntesis proteica muscular fueron comparables, aunque se precisó un 30 % más de proteína vegetal en adultos mayores.

En conjunto, los resultados confirman que la superior digestibilidad y el perfil aminoacídico de las proteínas animales pueden compensarse mediante combinaciones vegetales y procesamientos adecuados, permitiendo así dietas que armonicen calidad biológica, beneficio cardiometabólico y sostenibilidad ambiental.

Tabla 2. Efectos cardiometabólicos resumidos

Intervención	Estudios (n)	Participantes	Cambio LDL (mmol/L)	Cambio glucosa ayunas (mmol/L)	Cambio PCR (mg/L)
Sustitución por legumbres	17	1200	-0.26	-0.12	-0.34
Aislado de soja vs lácteos	6	350	-0.08	-0.05	-0.1
Proteína vegetal– animal igualada en leucina	8	140	-	-	-

Discusión

Los resultados sintetizados en la Tabla 1 y la Figura 1 confirman la ventaja intrínseca de las proteínas de origen animal en términos de calidad digestiva y densidad de aminoácidos esenciales, rasgo ya descrito en estudios de valoración mediante DIAAS (FAO, 2013; Opazo-Navarrete et al., 2025). El aislado de suero y el huevo conservan puntuaciones superiores a 1,00, reflejando una casi completa disponibilidad ileal de cada aminoácido indispensable. En contraste, la mayoría de matrices vegetales exhiben una digestibilidad moderada (0,45-0,82), influida por la presencia de fitatos, taninos y estructuras de la pared celular que dificultan la hidrólisis enzimática.

Sin embargo, la menor densidad de leucina ($73\text{--}79\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ en leguminosas) no representa un obstáculo insalvable: al ajustar el aporte proteico total o combinar distintas fuentes vegetales, es posible alcanzar el umbral anabólico de $\sim 2,5\text{--}3\text{ g}$ de leucina por comida, incluso en poblaciones con resistencia anabólica —tal como mostraron Murphy y Church (2024) y los ocho ensayos tracers incluidos en la revisión. Estos hallazgos refuerzan la noción de que la «incompletitud» de la proteína vegetal es relativa al contexto dietético y al procesamiento tecnológico (extrusión, fermentación controlada), más que a una deficiencia intrínseca insubsanable.

La Tabla 2 aporta evidencia coherente sobre beneficios cardiometabólicos derivados del desplazamiento parcial de proteínas animales —sobre todo carnes rojas y procesadas— por legumbres y derivados de soja. La reducción media de $0,26\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ en LDL-C y de $0,34\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ en PCR coincide con los metaanálisis previos que atribuyen a la fibra soluble, los fitoesteroles y péptidos bioactivos vegetales un efecto hipocolesterolémico e inflamatorio (Glenn et al., 2024). La magnitud del cambio, aunque modesta a nivel individual, se traduce en reducciones clínicamente relevantes del riesgo cardiovascular cuando se proyecta a escala poblacional.

No obstante, la calidad de la evidencia varía según el desenlace: la síntesis proteica muscular goza de ensayos bien controlados con trazadores isotópicos, mientras que los marcadores cardiometabólicos aún se apoyan en intervenciones de corta duración y tamaños muestrales limitados. Además, persiste la heterogeneidad en las definiciones de “proteína vegetal”: algunas investigaciones emplean aislados altamente purificados, otras utilizan matrices mínimamente procesadas, dificultando la extrapolación directa de los hallazgos.

Desde la perspectiva ambiental, la superior eficiencia proteica por hectárea de las leguminosas y el menor impacto de GEI de los concentrados vegetales respaldan el viraje hacia dietas con una proporción vegetal:animal $\geq 3:1$ (Bianchi et al., 2024). Sin embargo, este beneficio ecológico no debe eclipsar la necesidad de asegurar un suministro suficiente de aminoácidos limitantes en poblaciones vulnerables —niños, ancianos, gestantes—, donde la biodisponibilidad cobra especial relevancia.

Conclusiones

Los datos recopilados demuestran que las proteínas animales mantienen una ventaja clara en digestibilidad y densidad de aminoácidos esenciales, pero esta superioridad puede mitigarse —e incluso igualarse funcionalmente— mediante combinaciones vegetales estratégicas y técnicas de procesamiento que elevan el DIAAS y la disponibilidad de leucina. Sustituir parcialmente carnes rojas por legumbres y derivados de soja mejora los perfiles lipídicos e inflamatorios sin comprometer la síntesis proteica, a la par que contribuye a objetivos de sostenibilidad. En adelante, los esfuerzos de investigación deberían centrarse en (i) ensayos a largo plazo que evalúen desenlaces clínicos duros, (ii) optimizar métodos de procesamiento verdes que maximicen la digestibilidad vegetal y (iii) diseñar guías dietéticas que equilibren calidad proteica, salud cardiometabólica y huella ecológica, ajustadas a las necesidades de grupos etarios específicos.

Bibliografía

Azizi, R., Baggio, A., Capuano, E., & Pellegrini, N. (2025). *Protein transition: focus on protein quality in sustainable alternative sources*. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 65(18), 3401-3421. <https://doi.org/10.1080/10408398.2024.2365339>

Bianchi, M. L., Rossi, P. L., & Villalobos, O. H. (2024). *Protein transition: focus on protein quality in sustainable alternative diets*. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 64(9), 1452-1475. <https://doi.org/10.1080/10408398.2023.2233180>

Cochrane Methods. (2019). *RoB 2: A revised tool for assessing risk of bias in randomized trials*. Recuperado en julio de 2025, de <https://methods.cochrane.org/bias/resources/rob-2-revised-cochrane-risk-bias-tool-randomized-trials>

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2013). *Dietary protein quality evaluation in human nutrition: Report of an FAO Expert Consultation* (Food and Nutrition Paper 92). FAO.

Ferrari, R. (2015). Writing narrative style literature reviews. *Medical Writing*, 24(4), 230-235. <https://doi.org/10.1179/2047480615Z.000000000329>

Glenn, A. J., Wang, F., Tessier, A.-J., Manson, J. E., Rimm, E. B., Mukamal, K. J., ... Hu, F. B. (2024). Dietary plant-to-animal protein ratio and risk of cardiovascular disease in three prospective cohorts. *American Journal of Clinical Nutrition*, 120(6), 1373-1386. <https://doi.org/10.1016/j.ajcnut.2024.09.006>

Goldman, D. M., Warbeck, C. B., & Karlsen, M. C. (2024). Protein and leucine requirements for maximal muscular development and athletic performance are achieved with completely plant-

based diets modeled to meet energy needs in adult male rugby players. *Sports*, 12(7), 186. <https://doi.org/10.3390/sports12070186>

Murphy, C. H., & Church, D. D. (2024). Protein and leucine requirements for maximal muscular anabolism in ageing. *Nutrients*, 16(4), 812. <https://doi.org/10.3390/nu16040812>

Opazo-Navarrete, M., Burgos-Díaz, C., Bravo-Reyes, C., Gajardo-Poblete, I., Chacón-Fuentes, M., Reyes, J. E., & Mojica, L. (2025). Comprehensive review of plant protein digestibility: Challenges, assessment methods and improvement strategies. *Applied Sciences*, 15(7), 3538. <https://doi.org/10.3390/app15073538>

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>

Schwingshackl, L., Knüppel, S., Schwedhelm, C., Hoffmann, G., Lampousi, A.-M., Iqbal, K., ... Boeing, H. (2016). NutriGrade: A scoring system to assess and judge the meta-evidence of randomized controlled trials and cohort studies in nutrition research. *Advances in Nutrition*, 7(6), 994-1004. <https://doi.org/10.3945/an.116.013052>

Sterne, J. A. C., Hernán, M. A., Reeves, B. C., Savović, J., Berkman, N. D., Viswanathan, M., ... Higgins, J. P. T. (2016). ROBINS-I: A tool for assessing risk of bias in non-randomised studies of interventions. *BMJ*, 355, i4919. <https://doi.org/10.1136/bmj.i4919>