

Desarrollo de matrices proteicas funcionales tipo lácteo a partir de clara de huevo hidrolizada: fundamentos científicos, diferenciación nutricional y potencial industrial de una nueva generación de alimentos de alta funcionalidad

José M. López, MD, PhD

CSO, ND Pharma & Biotech – IntaBiotech

Resumen

La evolución del mercado global de alimentos funcionales y bebidas de alta densidad nutricional está impulsando el desarrollo de **nuevas matrices proteicas** capaces de combinar **calidad biológica, estabilidad tecnológica, conveniencia y aceptación sensorial**. Dentro de este contexto, las plataformas basadas en clara de huevo hidrolizada representan una de las aproximaciones más avanzadas actualmente emergentes en el ámbito de las proteínas funcionales no lácteas.

El interés científico y comercial de estas matrices no reside únicamente en su elevada calidad proteica, sino en la posibilidad de transformarlas en sistemas líquidos y semisólidos con comportamiento sensorial tipo lácteo, alta estabilidad fisicoquímica, ausencia de lactosa y caseína, y capacidad de integración en categorías de gran consumo como bebidas funcionales, yogures bebibles, postres refrigerados, *smoothies*, helados y productos hiperproteicos listos para consumir.

La aparición de soluciones comerciales ya presentes en mercado, como las desarrolladas en Brasil por la empresa Mantiqueira, con la aplicación de la tecnología y proceso aquí estudiado y bajo la categoría **N.OVO**, demuestra que la clara de huevo hidrolizada ha dejado de ser una hipótesis de laboratorio para convertirse en una nueva plataforma alimentaria de interés industrial real. La combinación de hidrólisis controlada, estabilización avanzada y refinamiento sensorial ha permitido superar barreras históricas asociadas a la clara de huevo convencional, especialmente coagulación térmica, persistencia sulfurada y limitaciones organolépticas.

El presente trabajo revisa el fundamento bioquímico, nutricional, sensorial e industrial de estas matrices funcionales, integrando el conocimiento actual sobre digestibilidad, biodisponibilidad, comportamiento peptídico, ingeniería sensorial y posicionamiento comercial. Asimismo, se analiza el potencial de estas plataformas como nueva generación de alimentos proteicos de alto valor biológico y elevada proyección en gran distribución y nutrición funcional avanzada.

1. Introducción

La demanda global de alimentos ricos en proteína ha experimentado un crecimiento sostenido durante la última década, impulsada por múltiples factores convergentes: envejecimiento poblacional, expansión de la nutrición deportiva, interés por la salud metabólica, desarrollo del mercado *convenience* y búsqueda de alimentos funcionales de mayor densidad nutricional.

Tradicionalmente, las proteínas lácteas -particularmente caseína y proteínas séricas- han ocupado una posición dominante en bebidas funcionales y productos hiperproteicos. Paralelamente, las proteínas vegetales han crecido de forma acelerada debido a consideraciones medioambientales, éticas y de innovación de mercado. Sin embargo, ambas aproximaciones presentan limitaciones específicas. Las proteínas lácteas incorporan componentes derivados de leche y, en muchos casos,

lactosa o caseína; las proteínas vegetales pueden presentar aminoácidos limitantes, digestibilidad variable y presencia de antinutrientes.

En este contexto, la clara de huevo representa una fuente proteica singular. Históricamente considerada una de las proteínas alimentarias de referencia por su perfil aminoacídico y elevada digestibilidad, la proteína de clara posee además características diferenciales relevantes: ausencia de lactosa, muy bajo contenido lipídico y elevada concentración de aminoácidos esenciales.

No obstante, durante décadas la clara de huevo presentó limitaciones tecnológicas significativas que dificultaron su incorporación en bebidas y matrices líquidas estables. Entre ellas destacan la coagulación térmica, el desarrollo de notas sulfuradas, la persistencia aromática y la dificultad de construir sistemas sensorialmente neutros y compatibles con procesos industriales de larga vida útil.

La evolución reciente de tecnologías de transformación proteica ha permitido modificar radicalmente este escenario. Mediante procesos avanzados de hidrólisis controlada, estabilización funcional y refinamiento sensorial, ha sido posible desarrollar matrices líquidas y semisólidas basadas en proteína de clara hidrolizada capaces de integrarse en categorías tradicionalmente reservadas a sistemas lácteos o bebidas vegetales.

Estas plataformas representan actualmente una de las áreas más prometedoras dentro de la ingeniería de proteínas funcionales.

2. Clara de huevo como proteína de referencia biológica

La clara de huevo constituye una matriz proteica compleja integrada fundamentalmente por ovoalbúmina, ovotransferrina, ovomucoide, ovomucina, lisozima y otras proteínas minoritarias. Desde el punto de vista nutricional, su relevancia deriva de la elevada calidad de su perfil aminoacídico y de su excelente digestibilidad.

El huevo ha sido utilizado históricamente como patrón de referencia para evaluar calidad proteica. Aunque los sistemas modernos de evaluación -como DIAAS- han sustituido parcialmente los modelos clásicos de valor biológico, la proteína de huevo continúa situándose entre las fuentes alimentarias de mayor calidad conocidas.

La importancia metabólica de esta matriz se relaciona especialmente con una elevada concentración de aminoácidos esenciales, la presencia significativa de leucina, un adecuado equilibrio entre aminoácidos limitantes, una elevada eficiencia digestiva y una utilización metabólica favorable.

Además, la clara presenta un contenido lipídico extremadamente reducido cuando se separa de la yema, permitiendo desarrollar sistemas hiperproteicos con elevada relación proteína/caloría.

3. Transformación funcional de la clara: de proteína estructural a matriz líquida avanzada

La innovación contemporánea en esta categoría no consiste simplemente en utilizar clara de huevo como ingrediente, sino en modificar profundamente su comportamiento funcional.

La clara convencional presenta una elevada tendencia a coagulación térmica debido a la desnaturalización y agregación de sus proteínas estructurales. Este comportamiento imposibilitaba históricamente el desarrollo de bebidas estables tratables mediante procesos industriales de pasteurización o UHT.

La transformación tecnológica de estas proteínas permite alterar su arquitectura molecular, generando sistemas mucho más compatibles con aplicaciones líquidas y semisólidas.

Como consecuencia, es posible obtener matrices que presentan simultáneamente elevada densidad proteica, junto con un comportamiento líquido o semilíquido, una estabilidad térmica, una textura tipo “lácteo”, una muy buena dispersabilidad y el factor más importante desde el punto de vista comercial que no es otro que una aceptabilidad organoléptica excelente.

Este cambio representa un punto de inflexión en la utilización industrial de proteínas de huevo.

4. Digestibilidad, hidrólisis y biodisponibilidad potencial

Uno de los aspectos más relevantes de estas plataformas es la modificación de la digestibilidad proteica mediante transformación controlada de la matriz. La fragmentación parcial de proteínas complejas en fracciones peptídicas de menor tamaño molecular puede favorecer y favorece el incremento de solubilidad, la reducción de agregación, la mejora de dispersabilidad, la mayor disponibilidad digestiva y la liberación más rápida de los aminoácidos absorbibles.

En modelos digestivos in vitro estandarizados, como INFOGEST, las matrices hidrolizadas suelen mostrar una elevada proporción de péptidos de bajo peso molecular tras digestión gastrointestinal simulada. Aunque la validación definitiva requiere estudios clínicos y modelos avanzados de aminoacidemia postprandial, la evidencia científica actual permite plantear que estas matrices son susceptibles de ofrecer una cinética digestiva particularmente favorable para aplicaciones de nutrición funcional, nutrición deportiva y envejecimiento saludable.

La elevada presencia de leucina y aminoácidos esenciales añade interés adicional desde el punto de vista de síntesis proteica muscular y eficiencia metabólica.

5. Diferenciación frente a proteínas lácteas y vegetales

Las matrices basadas en clara hidrolizada ocupan una posición intermedia singular entre proteínas lácteas y proteínas vegetales.

Frente a proteínas lácteas, presentan:

- ausencia de lactosa;
- ausencia de caseína;
- muy bajo contenido graso;
- perfil proteico animal completo;
- elevada densidad aminoacídica.

Frente a proteínas vegetales, aportan:

- ausencia de fitatos y antinutrientes vegetales;
- perfil aminoacídico completo;
- elevada digestibilidad potencial;
- mayor densidad relativa de aminoácidos esenciales.

Esta combinación permite construir una **categoría nutricional diferenciada**, especialmente interesante para consumidores que buscan proteína de alta calidad sin componentes lácteos tradicionales.

6. Ingeniería sensorial y neutralización organoléptica

Uno de los mayores desafíos históricos de los hidrolizados proteicos derivados de huevo ha sido su comportamiento sensorial, dado que las proteínas sulfuradas de la clara pueden generar compuestos volátiles responsables de:

- notas sulfuradas;
- persistencia aromática;
- sabor a huevo cocido;
- amargor peptídico;
- sensación proteica residual.

El desarrollo contemporáneo de estas plataformas ha incorporado sistemas avanzados de refinamiento y modulación sensorial que permiten reducir significativamente estos defectos. La importancia de esta evolución tecnológica es enorme. La mayoría de las innovaciones proteicas fracasan comercialmente no por deficiencias nutricionales, sino por limitaciones sensoriales incompatibles con el consumo repetitivo y la gran distribución.

La neutralización organoléptica permite construir perfiles compatibles con sabores de alta aceptación comercial como:

- vainilla cremosa;
- chocolate;
- café latte;
- frutos rojos;
- mango-maracuyá;
- caramelo;
- limón cheesecake;
- perfiles bakery e indulgentes.

Esto abre la puerta al desarrollo de líneas completas de productos funcionales y postres de alta rotación, que ya hemos definido en otros trabajos ya publicados por nosotros.

7. Aplicaciones industriales y comerciales

La versatilidad tecnológica de estas matrices permite su integración en múltiples categorías alimentarias.

7.1 Bebidas funcionales listas para consumir

Las bebidas RTD representan probablemente la aplicación más inmediata. El mercado global de bebidas funcionales está creciendo rápidamente debido a la convergencia entre conveniencia, salud y nutrición.

Las matrices basadas en clara hidrolizada permiten desarrollar productos:

- altos en proteína;

- bajos en grasa;
- sin lactosa;
- sin caseína;
- con textura tipo lácteo;
- compatibles con formatos refrigerados o UHT.

7.2 Yogures bebibles y productos spoonable

La capacidad de construir sistemas blancos, cremosos y ácidos abre posibilidades relevantes en categorías tipo yogur bebible o postres cuchara.

La arquitectura sensorial puede modularse mediante frutas, vainilla, perfiles bakery y notas indulgentes.

7.3 Helados funcionales

La elevada capacidad estructural de proteínas de clara permite desarrollar helados proteicos con bajo contenido graso y alta densidad nutricional.

7.4 Nutrición deportiva y healthy ageing

La combinación de alta calidad proteica, elevada densidad aminoacídica y formatos líquidos de fácil consumo convierte estas matrices en candidatas particularmente interesantes para:

- recuperación muscular;
- nutrición deportiva;
- envejecimiento saludable;
- soporte proteico funcional.

8. Potencial de mercado y posicionamiento estratégico

La aparición de productos comerciales basados en esta tecnología demuestra que el mercado está preparado para aceptar nuevas categorías proteicas más allá de leche y bebidas vegetales.

El posicionamiento óptimo no consiste en presentar estos sistemas como “sustitutos de leche”, sino como:

- nueva generación de bebidas funcionales;
- proteínas líquidas avanzadas;
- matrices hiperproteicas no lácteas;
- productos de alto valor biológico;
- plataformas de nutrición funcional premium.

La clave comercial será combinar:

- legitimidad científica;
- experiencia sensorial;
- conveniencia;
- perfil nutricional limpio;
- narrativa tecnológica avanzada.

9. Necesidad de validación analítica integral

Aunque el fundamento científico de estas plataformas es sólido, su consolidación definitiva requiere programas de validación completos.

Entre los ensayos más relevantes destacan:

- caracterización composicional;
- perfil aminoacídico;
- digestibilidad INFOGEST;
- cuantificación peptídica;
- aminoacidemia postprandial;
- análisis sensorial descriptivo;
- GC-MS de volátiles;
- estabilidad físico-química;
- estudios de aceptación consumidor.

La integración de estas herramientas permitirá establecer con mayor precisión el posicionamiento fisiológico y tecnológico de estas matrices frente a proteínas lácteas, vegetales y otros sistemas hiperproteicos.

10. Conclusión

Las matrices funcionales basadas en clara de huevo hidrolizada representan una evolución significativa dentro de la ingeniería contemporánea de proteínas alimentarias.

Su relevancia no deriva únicamente de la elevada calidad nutricional de la proteína de huevo, sino de la capacidad tecnológica de transformar una materia prima históricamente limitada por coagulación y defectos sensoriales en una plataforma líquida y semisólida estable, funcional y comercialmente viable.

La combinación de:

- proteína animal completa;
- elevada digestibilidad potencial;
- ausencia de lactosa y caseína;
- baja carga lipídica;
- comportamiento sensorial refinado;
- versatilidad industrial;
- integración en categorías de alta rotación;

permite considerar estas tecnologías como una nueva generación de matrices proteicas funcionales.

La aparición de productos comerciales ya presentes en mercado confirma que esta categoría ha iniciado su transición desde la investigación tecnológica hacia la consolidación industrial.

Todo apunta a que las proteínas líquidas avanzadas derivadas de clara hidrolizada ocuparán un espacio cada vez más relevante dentro del ecosistema global de alimentos funcionales, nutrición avanzada y productos hiperproteicos de nueva generación.

Bibliografía

- *FAO. Dietary protein quality evaluation in human nutrition. Report of an FAO Expert Consultation. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 2013.*
- *Boye J, Wijesinha-Bettoni R, Burlingame B. Protein quality evaluation twenty years after the introduction of PDCAAS. Br J Nutr. 2012;108(S2):S183–S211.*
- *Schaafsma G. The protein digestibility-corrected amino acid score. J Nutr. 2000;130(7):1865S–1867S.*
- *Mine Y. Egg proteins and peptides in human health—chemistry, bioactivity and production. Curr Pharm Des. 2007;13(9):875–884.*
- *Abeyrathne EDNS, Lee HY, Ahn DU. Egg white proteins and their potential use in food processing or as nutraceutical and pharmaceutical agents. Poult Sci. 2013;92(12):3292–3299.*
- *Pellegrini A. Antimicrobial peptides from food proteins. Curr Pharm Des. 2003;9(16):1225–1238.*
- *Korhonen H, Pihlanto A. Food-derived bioactive peptides—opportunities for designing future foods. Curr Pharm Des. 2003;9(16):1297–1308.*
- *Verhoeckx K et al. The impact of food bioactives on health: in vitro and ex vivo models. Springer, 2015.*
- *Brodkorb A et al. INFOGEST static in vitro simulation of gastrointestinal food digestion. Nat Protoc. 2019;14:991–1014.*
- *Egger L et al. The harmonized INFOGEST in vitro digestion method: from knowledge to action. Food Res Int. 2016;88:217–225.*
- *Sousa GT et al. Dietary whey protein lessens several risk factors for metabolic diseases: a review. Lipids Health Dis. 2012;11:67.*
- *van Vliet S, Burd NA, van Loon LJC. The skeletal muscle anabolic response to plant- versus animal-based protein consumption. J Nutr. 2015;145(9):1981–1991.*
- *Gorissen SHM, Witard OC. Characterising the muscle anabolic potential of dairy, meat and plant-based protein sources in older adults. Proc Nutr Soc. 2018;77(1):20–31.*
- *Day L. Proteins from land plants—potential resources for human nutrition and food security. Trends Food Sci Technol. 2013;32(1):25–42.*
- *Carbonaro M, Maselli P, Nucara A. Relationship between digestibility and secondary structure of raw and thermally treated legume proteins. Food Chem. 2012;134(2):1048–1053.*
- *Dupont D et al. Food processing increases casein resistance to simulated infant digestion. Mol Nutr Food Res. 2010;54(11):1677–1689.*
- *Maathuis AJH et al. Protein digestion and bioavailability of hydrolyzed proteins. Food Funct. 2017;8(2):562–570.*
- *Chatterjee C et al. Hydrolysates of egg white proteins. Food Chem. 2020;308:125669.*
- *Sila A, Bougatef A. Antioxidant peptides from marine by-products. Trends Food Sci Technol. 2016;50:124–137.*
- *McClements DJ. Food emulsions: principles, practices and techniques. CRC Press, 2015.*
- *Damodaran S, Parkin KL. Fennema's Food Chemistry. CRC Press, 5th Edition, 2017.*
- *de Wit JN. Thermal behaviour of egg proteins. Food Hydrocolloids. 2008;22(8):1577–1586.*
- *Kinsella JE. Functional properties of proteins in foods. Crit Rev Food Sci Nutr. 1976;7(3):219–280.*
- *Singh H. Food proteins and their applications. Marcel Dekker, 1997.*
- *Glanbia Nutritionals. US Functional Beverage Market Insights, 2024–2025.*
- *Innova Market Insights. Top Food and Beverage Trends 2025–2026.*
- *Mintel. Global Food and Drink Trends 2025.*
- *Mantiqueira Brasil. N.OVO Product Information and Corporate Communications.*
- *Interlaap. Portfolio and technological communication regarding drinkable egg white systems.*
- *Patent WO2022048857A1. Drinkable egg white, methods of manufacture and related systems.*

