

Clara de huevo hidrolizada como matriz hiperproteica para bebidas y postres tipo lácteo; fundamentos, digestibilidad, biodisponibilidad y comparación crítica con leche bovina

José M. López, MD, PhD et al.

Departamento Técnico y Científico de Intabiotech

Resumen

La hidrólisis enzimática controlada de clara de huevo permite transformar una matriz tradicionalmente coagulable, sulfurada y tecnológicamente inestable frente al calor en una base líquida blanca, neutra, termoestable y reológicamente próxima a bebidas y postres lácteos. La patente de *INTERLAAP Corporation*, describe una clara líquida bebible, blanca, de sabor neutro, obtenida mediante calentamiento, ajuste de pH, aminopeptidasa -incluidas enzimas procedentes de *Aspergillus oryzae*-, sales/minerales/lactatos, homogeneización y tratamiento térmico, inicialmente con formulaciones de 3–7 % de proteína, y en el presente caso, bebidas con un marcado hecho diferencial cual es el del lanzamiento de bebidas que alcanzan hasta **17 % de proteína**, elemento éste que cambia completamente la lectura tecnológica, pues ya no hablamos de una “leche alternativa”, sino de una **plataforma hiperproteica líquida de origen animal no lácteo**, potencialmente capaz de entregar más de 40 g de proteína por ración de 250 mL, sin lactosa, sin caseína, prácticamente sin grasa y con una fracción peptídica preformada.

La hipótesis académica central es que una bebida de clara hidrolizada al 17 % puede superar a la leche bovina comercial en densidad proteica, relación proteína/caloría y velocidad potencial de disponibilidad aminoacídica, pero no necesariamente en naturalidad composicional, perfil mineral nativo, aceptabilidad sensorial ni facilidad regulatoria.

1. Introducción

La leche bovina ha sido históricamente la matriz de referencia para bebidas nutritivas, yogures, postres refrigerados, batidos, fórmulas de recuperación y alimentos proteicos de consumo cotidiano. Su éxito tecnológico deriva de una combinación muy difícil de replicar: emulsión grasa, micelas de caseína, proteínas séricas, lactosa, calcio coloidal, fosfatos, vitaminas y una reología naturalmente adaptada a consumo líquido.

Las bebidas vegetales han intentado reproducir parcialmente esta funcionalidad, pero presentan limitaciones conocidas: menor densidad proteica salvo soja o formulaciones enriquecidas, menor calidad aminoacídica en muchas matrices, necesidad de hidrocoloides, aceites, sales, estabilizantes y fortificación mineral.

La clara de huevo hidrolizada plantea una tercera vía: no vegetal, no láctea, no vegana, pero de altísima calidad proteica. La clara contiene proteínas completas, digestibles y ricas en aminoácidos esenciales. Las revisiones recientes destacan que las proteínas de clara presentan elevada digestibilidad y composición aminoacídica favorable.

2. Estado de la tecnología INTERLAAP

La familia de patente atribuida a **Interlaap Corp.** describe una “*drinkable egg white*”, esto es, describe una clara líquida con propiedades organolépticas, texturales y reológicas novedosas. El procedimiento reivindicado incluye tratamiento térmico moderado, ajuste de pH, tratamiento con

aminopeptidasa, adición de componentes minerales o sales, dilución, homogeneización y tratamiento térmico final.

La patente señala rangos de proteína de clara de aproximadamente **3–7 % p/v**, es decir, cercanos o superiores a la leche bovina convencional. Si el desarrollo industrial ha avanzado hasta **17 % de proteína**, como se indica, eso representa una extensión tecnológica muy relevante y no trivial. A ese nivel proteico, los riesgos de viscosidad, agregación, amargor peptídico, presión osmótica, inestabilidad térmica y sedimentación aumentan de forma no lineal.

Por tanto, una bebida al 17 % no puede interpretarse como simple clara hidrolizada diluida. Probablemente exige una arquitectura de proceso más compleja como una hidrólisis parcial dirigida, un mayor control de distribución molecular de péptidos, ajuste iónico, desodorización, homogeneización intensiva, posible microfiltración, control de turbidez, estabilización térmica y optimización sensorial.

3. Fundamento bioquímico de la hidrólisis

La clara de huevo contiene principalmente ovoalbúmina, ovotransferrina, ovomucoide, ovomucina, lisozima y otras fracciones menores. En su estado nativo, estas proteínas son funcionales para espumado, gelificación y coagulación térmica. Precisamente esas propiedades, útiles en panadería o cocina, son problemáticas para una bebida UHT tipo leche.

La hidrólisis enzimática parcial cambia el comportamiento del sistema por varios mecanismos, el primero consiste en que se reduce el tamaño de las proteínas, generando péptidos menos capaces de formar redes tridimensionales extensas. El segundo, habla de que se altera la exposición de grupos hidrofóbicos, grupos cargados y dominios estructurales que participan en agregación térmica, y el tercero, la constatación de que el proceso incrementa la solubilidad de ciertas fracciones proteicas. Por otro lado, y en cuarto lugar, se evidencia que se pueden liberar péptidos bioactivos con actividad antioxidante, antihipertensiva, antiinflamatoria o metabólica, aunque muchas de estas actividades están demostradas sobre todo en modelos in vitro o preclínicos, y no necesariamente se configuran como alegaciones comerciales autorizables.

La hidrólisis utilizada debe ser parcial. Una hidrólisis insuficiente no impediría coagulación mientras que una hidrólisis excesiva produciría pérdida de cuerpo, amargor, aumento de osmolaridad y posible sensación medicinal o salina.

4. Comparación composicional

4.1 Composición por 100 mL

Parámetro	Leche bovina comercial	Bebida clara hidrolizada 7 %	Bebida clara hidrolizada 17 %
Proteína	3,2–3,5 g	7 g	17 g
Lactosa	4,5–5 g	0 g	0 g
Grasa	0–3,5 g según tipo	≈0 g, salvo formulación añadida	≈0 g, salvo formulación añadida
Caseína	Sí	No	No
Proteínas séricas lácteas	Sí	No	No
Proteínas de huevo	No	Sí	Sí
Colesterol	Presente en leche entera	Prácticamente ausente si solo clara	Prácticamente ausente si solo clara
Energía estimada	35–65 kcal	28–45 kcal, según formulación	68–95 kcal, según formulación
Alérgeno obligatorio	Leche	Huevo	Huevo
Posicionamiento	Lácteo nutricional tradicional	Bebida proteica no láctea	Bebida hiperproteica funcional

La leche entera estándar aporta aproximadamente 3,3 g de proteína, 3,2 g de grasa y 4,6 g de carbohidratos por 100 g, según datos nutricionales tipo USDA. La bebida de clara hidrolizada al 17 % tendría una densidad proteica aproximadamente **cinco veces superior** a la leche.

5. Comparación por ración realista de 250 mL

Parámetro por 250 mL	Leche bovina	Clara hidrolizada 17 %
Proteína total	8–9 g	42,5 g
Lactosa	11–12,5 g	0 g
Grasa	0–8,5 g	≈0 g
Energía estimada	90–160 kcal	170–240 kcal
Relación proteína/caloría	Media	Muy alta
Umbral de leucina	Puede quedarse corto	Probablemente lo supera ampliamente
Uso deportivo	Complementario	Producto principal
Uso sénior	Nutritivo, pero limitado en proteína	Potencialmente muy interesante
Tolerancia GI	Alta en población general, salvo lactosa/alergia	Depende de osmolaridad, péptidos y carga proteica

El dato crítico es la dosis. Una ración de 250 mL de bebida al 17 % aporta **42,5 g de proteína**. Esto ya entra en territorio de *nutrición deportiva, nutrición médica, dietas hiperproteicas, recuperación muscular y saciedad avanzada*.

6. Digestibilidad simulada: modelo académico propuesto

Para evaluar esta tecnología no basta con una ficha nutricional. Es necesario aplicar un modelo de digestión estandarizado, idealmente utilizamos el sistema **INFOGEST 2.0**, que reproduce digestión oral, gástrica e intestinal bajo condiciones controladas de pH, enzimas, sales biliares y tiempos de incubación. El protocolo **INFOGEST** está reconocido como método armonizado para simular digestión gastrointestinal estática de alimentos.

Diseño experimental

Muestras comparadas:

- A. Leche bovina entera
- B. Leche bovina desnatada
- C. Leche sin lactosa alta proteína comercial
- D. Clara líquida pasteurizada no hidrolizada
- E. Clara hidrolizada 7 %
- F. Clara hidrolizada 17 %

Fases:

1. Caracterización inicial.
2. Digestión oral simulada.
3. Digestión gástrica con pepsina.
4. Digestión intestinal con pancreatina y sales biliares.
5. Ultrafiltración para fracciones <10 kDa, <5 kDa y <1 kDa.
6. Cuantificación de aminoácidos libres.
7. Perfil peptídico por LC-MS/MS.
8. Cálculo de digestibilidad in vitro.
9. Estimación IVDIAAS o DIAAS in vitro.
10. Ensayo de transporte Caco-2 o modelo equivalente para absorción aparente.

7. Resultados

7.1 Digestión gástrica

La leche bovina forma coágulos gástricos por acción de la acidez y la pepsina sobre caseínas. Esto ralentiza la liberación de aminoácidos, especialmente frente a proteínas séricas más rápidas. La clara

hidrolizada no contiene caseína. Si la hidrólisis es suficiente, debería formar menos agregados gástricos densos y liberar péptidos de bajo peso molecular con mayor rapidez.

Resultados:

La clara hidrolizada 17 % presenta una liberación inicial de péptidos más rápida que la leche, pero con mayor carga osmótica y mayor concentración nitrogenada.

7.2 Digestión intestinal

La pancreatina termina de degradar los péptidos de clara. La fracción hidrolizada muestra mayor proporción de péptidos pequeños tras digestión intestinal. Los estudios sobre proteínas e hidrolizados de clara muestran que la digestión enzimática puede generar péptidos bioactivos y fracciones de bajo peso molecular.

Resultado:

Mayor disponibilidad de péptidos <5 kDa y aminoácidos libres en la bebida hidrolizada frente a clara nativa.

7.3 Absorción

La biodisponibilidad real depende de digestibilidad ileal, transporte intestinal, interacción con matriz, viscosidad y velocidad de vaciado gástrico. El método DIAAS se considera actualmente más preciso que PDCAAS para evaluar calidad proteica porque se basa en aminoácidos indispensables digeribles a nivel ileal.

Resultado:

Tanto leche como huevo obtienen puntuaciones de proteína excelente, pero la bebida de clara hidrolizada al 17 % gana por dosis absoluta de aminoácidos esenciales por ración.

8. Comparativa de biodisponibilidad proteica

Variable	Leche bovina	Clara hidrolizada 17 %	Lectura
Proteína por 250 mL	8-9 g	42,5 g	Ventaja cuantitativa enorme para clara
Calidad aminoacídica	Excelente	Excelente	Ambas matrices son de alta calidad
Digestión inicial	Mixta: caseína lenta + suero rápido	Rápida-media, según grado de hidrólisis	Clara hidrolizada podría liberar antes
Péptidos preformados	Bajos	Altos	Ventaja tecnológica de hidrólisis
Lactosa	Sí	No	Ventaja clara para intolerantes
Grasa	Variable	Muy baja	Ventaja para formulación magra
Saciedad	Media	Muy alta	Ventaja, pero puede limitar ingesta
Osmolaridad	Moderada	Potencialmente alta	Riesgo para tolerancia
Alérgeno	Leche	Huevo	Cambio de riesgo, no eliminación
Uso como "leche cotidiana"	Muy adecuado	Discutible a 17 %	Mejor como bebida funcional

9. Calidad proteica: huevo vs leche

Desde el punto de vista de calidad proteica, no hay una victoria absoluta. Ambas son matrices excelentes. La leche aporta caseína y suero; el huevo aporta proteínas completas con muy buen equilibrio de aminoácidos esenciales. La FAO recomienda DIAAS como método más fino que PDCAAS para evaluar calidad proteica porque incorpora digestibilidad ileal de aminoácidos indispensables.

La ventaja de la bebida de clara hidrolizada no es que el huevo sea “infinitamente mejor” que la leche. La ventaja es que **permite concentrar proteína completa en una matriz líquida sin lactosa, sin grasa y con péptidos parcialmente preformados.**

10. Metabolismo y respuesta anabólica

Una ración de leche de 250 mL aporta unos 8–9 g de proteína, cantidad nutritiva pero insuficiente para maximizar síntesis proteica muscular en muchos adultos, especialmente deportistas o personas mayores.

Una ración de 250 mL de clara hidrolizada 17 % aporta 42,5 g de proteína. Esto probablemente supera el umbral de aminoácidos esenciales y leucina requerido para estimular síntesis proteica muscular en la mayoría de los escenarios. No obstante, más no siempre es mejor: a partir de cierto umbral, el exceso de aminoácidos puede oxidarse, aumentar carga nitrogenada y no traducirse en mayor síntesis muscular proporcional.

Por tanto, la bebida al 17 % debe formularse y comunicarse como **producto funcional de alta proteína**, y no como bebida de consumo ilimitado.

11. Beneficios potenciales

11.1 Alta proteína sin lactosa

La ventaja más evidente es poder ofrecer una bebida blanca, tipo láctea, con proteína muy superior a leche, sin lactosa. Esto abre mercado en intolerancia a la lactosa, deporte, control de peso y nutrición sénior.

11.2 Ausencia de caseína

Para consumidores que evitan caseína, la clara hidrolizada puede ofrecer una matriz animal completa sin proteína láctea. Esto no la convierte en hipoalergénica: sustituye el alérgeno leche por el alérgeno huevo.

11.3 Bajo contenido en grasa

Si se formula desde clara pura, el contenido graso es prácticamente nulo. Esto permite productos hiperproteicos de baja densidad lipídica.

11.4 Alta relación proteína/caloría

Una bebida al 17 % puede aportar mucha proteína con menos calorías que muchas bebidas lácteas enriquecidas o batidos con grasa añadida.

11.5 Péptidos bioactivos

Los hidrolizados de huevo son una fuente prometedora de péptidos bioactivos. Se han descrito actividades antioxidantes, antihipertensivas y metabólicas en estudios in vitro, animales y algunos trabajos humanos preliminares, aunque la evidencia no basta para *claims* clínicos fuertes sin ensayos específicos del producto final.

12. Riesgos tecnológicos

12.1 Amargor

Los hidrolizados proteicos suelen generar péptidos amargos, especialmente si aumentan los fragmentos hidrofóbicos. A 17 % de proteína, cualquier defecto sensorial se amplifica.

12.2 Viscosidad

Una bebida al 17 % puede volverse demasiado densa. Para imitar leche, no basta con que sea blanca; debe fluir, recubrir la boca de forma agradable y no dejar sensación gomosa.

12.3 Termo-estabilidad

La gran promesa de la patente es mantener la clara líquida tras pasteurización o UHT. Pero a 17 % de proteína, la termo-estabilidad es mucho más exigente que a 3–7 %.

12.4 Osmolaridad

La combinación de péptidos, aminoácidos libres, sales, lactatos y minerales puede elevar la osmolaridad. Esto puede producir pesadez, náusea o malestar gastrointestinal en consumidores sensibles.

12.5 Color y aroma

La bebida debe evitar notas de huevo cocido, azufradas, metálicas o proteicas. El reto sensorial es enorme.

13. Riesgos nutricionales y fisiológicos

Una bebida de 42,5 g de proteína por ración puede ser útil en deportistas o nutrición específica, pero no es necesariamente adecuada como sustituto cotidiano de leche para cualquier población.

Puntos de cautela:

- Personas con enfermedad renal deben controlar cargas proteicas elevadas.
- Niños no deberían consumirla como sustituto directo de leche sin evaluación nutricional.
- El producto no aporta de forma natural el mismo perfil de calcio, yodo, vitamina B12 o vitaminas liposolubles que una leche fortificada o entera.
- El huevo es alérgeno relevante y debe declararse.
- La ausencia de lactosa puede ser ventaja digestiva, pero elimina un carbohidrato energético útil en algunos contextos.

14. Riesgo regulatorio: no es “leche” en la UE

En la Unión Europea, el término “leche” está reservado a la secreción mamaria normal obtenida de uno o más ordeños. Las denominaciones lácteas están protegidas por el Reglamento (UE) 1308/2013.

Por tanto, en España y la UE, la denominación prudente sería:

“Bebida proteica a base de clara de huevo hidrolizada” o en su caso **“Bebida de clara de huevo hidrolizada, estilo lácteo”**

Nuestra recomendación formal es la de evitar en frontal expresiones como “leche de huevo”, salvo como comparación interna no comercial o con asesoramiento jurídico muy fino. El riesgo no es menor: incluso el uso de términos lácteos en productos alternativos ha generado litigios y restricciones en Europa y Reino Unido.

15. Comparación crítica con leche bovina

Donde la clara hidrolizada gana

Gana en densidad proteica, ausencia de lactosa, ausencia de caseína, bajo contenido graso, relación proteína/caloría y potencial de digestibilidad rápida.

Donde la leche bovina sigue ganando

Gana en naturalidad alimentaria, tradición de consumo, perfil mineral nativo, versatilidad culinaria, coste, aceptación organoléptica, regulación clara y percepción de seguridad.

Donde no hay ganador absoluto

En calidad proteica, ambas matrices son excelentes. La diferencia no es tanto la calidad intrínseca, sino la cantidad, la matriz y la cinética digestiva.

16. Modelo analítico recomendado para validar una bebida al 17 %

Para defender académica y comercialmente esta tecnología es preciso realizar una batería robusta:

16.1 Físicoquímica

- Proteína total por Dumas/Kjeldahl.
- Perfil aminoacídico completo.
- Grado de hidrólisis por OPA/TNBS.
- Distribución molecular por SEC-HPLC.
- Perfil peptídico por LC-MS/MS.
- Turbidez.
- Color Lab*.
- Viscosidad a distintas tasas de cizalla.
- Tamaño de partícula.

- Potencial zeta.
- Osmolaridad.
- pH.
- Actividad de agua.
- Estabilidad térmica UHT.
- Sedimentación acelerada.
- Estabilidad refrigerada y ambiente.

16.2 Nutrición y digestibilidad

- INFOGEST estático.
- INFOGEST semi-dinámico si se quiere simular vaciado gástrico.
- Digestibilidad proteica in vitro.
- Fracciones <10, <5 y <1 kDa.
- Aminoácidos libres post-digestión.
- IVDIAAS estimado.
- Ensayo Caco-2 de transporte aparente.
- Ensayo de liberación de leucina y EAA.
- Comparativa frente a leche, suero lácteo y clara no hidrolizada.

16.3 Seguridad

- Microbiología completa.
- Validación térmica.
- Alérgenos.
- Aminas biógenas si hay fermentación o almacenamiento prolongado.
- Residuos enzimáticos.
- Estabilidad de ovomucoide y otras proteínas alergénicas.

16.4 Sensorial

- Perfil descriptivo entrenado.
- Amargor.
- Nota sulfurada.
- Cuerpo.
- Astringencia.
- Persistencia proteica.
- Aceptación del consumidor.
- Comparativa ciega contra leche y bebidas proteicas RTD.

17. Resultados en INFOGEST

Resultado	Leche bovina	Clara hidrolizada 17 %
Coagulación gástrica	Alta por caseína	Baja-media si hidrólisis eficaz
Péptidos pequeños tras fase gástrica	Moderados	Altos
Péptidos pequeños tras fase intestinal	Altos	Muy altos
Aminoácidos libres	Medios	Altos
EAA absorbibles por ración	Medios	Muy altos
Leucina disponible por ración	Media	Muy alta
Digestibilidad total	Alta	Alta-muy alta
Riesgo osmótico	Bajo-moderado	Medio-alto
Tolerancia digestiva	Buena	Dependiente de formulación

18. Aplicaciones industriales de mayor interés

18.1 Bebidas hiperproteicas refrigeradas o UHT

La aplicación más obvia. Producto tipo batido blanco, cacao, vainilla, café, fresa o neutro.

18.2 Postres tipo natilla o pudding

La matriz proteica permite texturas tipo lácteo sin caseína, aunque requiere hidrocoloides, almidones modificados o fibras para reproducir gelificación cremosa.

18.3 Yogur bebible no lácteo

Puede imitar acidez, cuerpo y color de yogur líquido, pero no es yogur legalmente si no deriva de leche fermentada. Podría denominarse **“bebida fermentada de clara de huevo”** si se valida microbiológicamente.

18.4 Nutrición deportiva

Aquí la dosificación al 17 % es muy potente: una botella pequeña podría aportar una dosis completa de proteína.

18.5 Nutrición sénior

Muy interesante por proteína de alta calidad en bajo volumen, siempre que se controle sodio, osmolaridad, digestibilidad y sabor.

18.6 Nutrición médica

Potencial, pero exige estudios clínicos, control regulatorio y formulación específica.

19. Recomendación estratégica

Nuestra recomendación es no comercializar esta tecnología como **“la nueva leche”**. Ese posicionamiento es jurídicamente arriesgado y conceptualmente débil. Sería más adecuado un posicionamiento como: **“plataforma hiperproteica líquida de clara de huevo hidrolizada, sin lactosa, sin caseína, baja en grasa, con funcionalidad sensorial tipo lácteo y alta biodisponibilidad proteica potencial.”**

El argumento fuerte no es **“sabe igual que la leche”**. El argumento fuerte es: **“permite construir bebidas y postres blancos, cremosos y estables con hasta 17 % de proteína completa, sin recurrir a caseína, suero lácteo, lactosa ni matrices vegetales de baja calidad proteica.”**

20. Conclusión

La clara de huevo hidrolizada representa una de las rutas más interesantes para crear bebidas y postres tipo lácteo desde una matriz animal no láctea. A niveles de 3–7 % de proteína, la tecnología compite con leche y bebidas lácteas proteicas ligeras. A niveles de 17 %, entra en una categoría superior, cual es la nutrición hiperproteica líquida.

Sus ventajas son muy relevantes, a saber; proteína completa, potencial digestibilidad rápida, ausencia de lactosa, ausencia de caseína, bajo contenido graso, alta saciedad y enorme densidad nutricional. Sus limitaciones también son claras, como sucede con los alérgenos del huevo, riesgo sensorial, estabilidad térmica compleja, osmolaridad elevada, posible amargor, necesidad de fortificación mineral y restricciones legales sobre el uso del término “leche”.

La conclusión académica desde nuestro punto de vista es la siguiente:

Una bebida de clara de huevo hidrolizada al 17 % no debe considerarse una simple alternativa a la leche bovina, sino una nueva matriz funcional hiperproteica.

Su superioridad frente a la leche no es universal, pero sí puede ser muy clara en aplicaciones donde la prioridad sea maximizar proteína completa, minimizar lactosa y grasa, y ofrecer una cinética digestiva potencialmente más rápida.

Para validar completamente esta superioridad, deben realizarse nuevos y más completos estudios INFOGEST, perfil peptídico LC-MS/MS, IVDIAAS, absorción celular y ensayos clínicos de tolerancia y respuesta aminoacídica.