

# LA CRISIS ESTRUCTURAL DEL NEGOCIO DEL CUERO Y LA RECONFIGURACIÓN BIOECONÓMICA DEL SACRIFICIO ANIMAL

*Estado mundial reciente, alternativas de valorización del despiece y evaluación crítica del colágeno procedente de membrana de cáscara de huevo*

Estudio académico técnico-económico, regulatorio y de bioeconomía aplicada

**Documento de trabajo académico**

**José M. López, MD, PhD**

Preparado en español | Abril de 2026

**Nota metodológica.** *Este trabajo adopta un enfoque deliberadamente crítico. No parte de la premisa de que el “cuero haya desaparecido”, sino de una hipótesis más precisa: el deterioro severo del valor económico de la piel cruda y del curtido commodity obliga a rediseñar la economía del animal sacrificado en clave de biorrefinería multisalida. Se distingue, por tanto, entre la crisis del hide/skin como coproducto primario y la persistencia selectiva de segmentos premium del cuero terminado.*

*El Autor.*

## Resumen

La evolución reciente del negocio mundial del cuero evidencia una contracción severa del valor de la piel cruda y del curtido de volumen, aunque no una desaparición uniforme del cuero como categoría de producto final.

La evidencia sectorial y regulatoria más reciente permite sostener que la crisis afecta sobre todo al hide commodity, presionado por elementos como la sustitución sintética, la pérdida de tracción en automoción, exigencias crecientes de trazabilidad y deforestación, y el deterioro de la calidad física utilizable de parte de las pieles.

En Brasil, la piel bovina cruda ha sido reportada con un descenso aproximado desde 59 USD por piel en 2014 hasta 5 USD en 2025; en Estados Unidos, los partes oficiales del USDA siguen mostrando valores reducidos del componente hide-and-offal en el valor total del animal [1–3].

En paralelo, el segmento lujo no ha colapsado homogéneamente: resisten mejor las franjas ultra-premium que operan con escasez, marca y control de cadena, mientras las gamas intermedias y de mayor volumen sufren una presión intensa [4].

Este trabajo sostiene que la respuesta económicamente racional a esta caída no es intentar “rescatar” el cuero *commodity*, sino reorganizar el sacrificio bajo una lógica de biorrefinería: asignar pieles, huesos, cartílagos, tendones, sangre, grasas, vísceras y tripas a la salida de mayor valor técnico, regulatorio y comercial. En este marco, el colágeno bovino y porcino siguen siendo las fuentes industriales dominantes por disponibilidad, coste y madurez tecnológica, pero aparecen presiones crecientes asociadas a trazabilidad, percepción, restricciones culturales y segmentación regulatoria [12–13].

No resulta riguroso afirmar, a fecha actual, una escasez absoluta e inmediata de colágeno bovino o porcino; sí es razonable hablar de una tensión creciente sobre la disponibilidad competitiva y trazable de determinadas calidades y orígenes.

La alternativa procedente de huevo requiere una precisión esencial: el colágeno procede de la membrana de la cáscara de huevo (eggshell membrane, ESM). La ESM contiene aproximadamente 80–85% de materia orgánica, y alrededor del 10% de dicha fracción corresponde a colágeno, con presencia de tipos I, V y X [10–11]. Esta matriz incorpora además **glucosamina, condroitina y ácido hialurónico**, lo que la hace especialmente atractiva en nutracéutica, cosmética y biomateriales. Sin embargo, su gran limitación es la solubilidad y la complejidad industrial de separación y procesamiento: se han reportado recuperaciones de hasta 98,9%, pero con retos claros de coste, estabilidad y escalado [11].

A partir de la producción mundial de huevos de 100 millones de toneladas en 2024, la capacidad teórica máxima de membrana de cáscara de huevo equivale a aproximadamente 0,24 millones de toneladas en base seca si se aplica el valor del 0,24% del peso seco citado en la literatura existente al respecto. Asumiendo una fracción orgánica del 80–85% y un contenido de colágeno cercano al 10% de dicha fracción, el potencial teórico bruto de colágeno de ESM se situaría en torno a 19–20 mil toneladas anuales antes de pérdidas industriales, lo que confirma su **enorme interés estratégico**, pero también su **insuficiencia para sustituir masivamente al colágeno bovino o porcino a escala global**.

La conclusión del presente estudio es clara: la ESM no debe plantearse como sustituto universal del colágeno tradicional, sino como vector premium y circular de alto valor añadido dentro de una estrategia dual que combine valorización animal clásica, valorización ovoproductiva y vigilancia de nuevas rutas como el colágeno recombinante [14–16].

*Palabras clave: cuero; piel bovina; colágeno; gelatina; membrana de cáscara de huevo; biorrefinería; subproductos animales; bioeconomía circular.*

## 1. Introducción y alcance del estudio

El problema económico del cuero ya no puede abordarse únicamente desde la óptica de la tenería. La piel dejó de ser, en numerosos mercados, un coproducto con valor intrínseco estable y se ha convertido en una fracción cuyo destino óptimo depende de la calidad, la trazabilidad, la normativa de diligencia debida, la aplicación final y la posibilidad de desviarla a usos bioindustriales más rentables. Esta mutación obliga a reemplazar el lenguaje clásico del “aprovechamiento de subproductos” por el de una asignación estratégica de flujos materiales.

El presente artículo examina tres cuestiones conectadas. En primer lugar, describe la situación y evolución reciente del negocio mundial del cuero, corrigiendo una simplificación frecuente: no todo el cuero cae de la misma manera ni por las mismas razones. En segundo lugar, analiza alternativas empresariales a la pérdida de valor del *hide*, con atención a la valorización de piel, hueso, sangre, grasa, vísceras y tripas. En tercer lugar, evalúa el verdadero alcance del colágeno obtenible a partir de la membrana de cáscara de huevo, tanto en sus ventajas como en sus límites técnicos y comerciales.

Metodológicamente, se combinan: (i) fuentes institucionales y regulatorias recientes; (ii) revisiones científicas de acceso abierto sobre valorización de subproductos y colágeno; y (iii) fuentes sectoriales primarias para el comportamiento del mercado. La tesis central del trabajo es que la salida razonable no es una defensa romántica del cuero *commodity*, sino la construcción de una arquitectura de biorrefinería animal y ovo-productiva basada en clasificación, extracción y segmentación de valor.

## 2. El negocio mundial del cuero: caída real del *hide commodity* y resistencia selectiva del cuero premium

Si se define “negocio del cuero” como economía primaria de la piel cruda y del curtido de volumen, la caída es nítida. Reuters documentó en 2025 que, en Brasil, el valor de la piel bovina cruda cayó desde aproximadamente 59 USD por unidad en 2014 hasta cerca de 5 USD en 2025, reduciéndose desde alrededor del 14% al 0,5% del valor del animal [1]. La relevancia de este dato es sustancial: Brasil es una referencia mundial en bovino y curtidos, de modo que el colapso del *hide* allí no puede tratarse como una anomalía local.

La misma fotografía aparece, con matices, en Estados Unidos. Los reportes oficiales del USDA muestran que el componente *hide-and-offal* de un *steer* o de *slaughter cattle* representa hoy una fracción relativamente modesta del valor total del animal. Los partes de abril de 2026 sitúan ese valor alrededor de 13–14 USD por *cwt live*, lo que evidencia que el *hide* ya no actúa como motor de valorización del sacrificio, sino como una pieza secundaria dentro del conjunto de subproductos [2]. La plataforma pública del USDA/FAS recoge, además, exportaciones estadounidenses de *hides & skins* por 692,43 millones USD en 2025, frente a una media trianual de 844,55 millones USD [3].

Sin embargo, sería técnicamente incorrecto convertir esta constatación en la afirmación de que “el cuero ha desaparecido”. Lo que ha colapsado es el cuero de volumen bajo presión de precio. Reuters informó en abril de 2025 que los analistas ya esperaban una caída de hasta el 2% en las ventas globales de lujo de ese ejercicio, con fuerte castigo bursátil sobre varias casas europeas [4]. Pero la misma coyuntura mostró que determinados operadores ultra-premium, como Hermès, seguían comportándose mejor que el resto del sector.

Dicho lo anterior, es posible establecer que la conclusión correcta es, por tanto, segmentaria: cae la economía del *hide commodity* y se estrecha el mercado intermedio, mientras una parte del cuero final de lujo resiste gracias a marca, escasez, integración y cliente final no masivo.

### 3. Causas estructurales de la caída

La primera causa es la sustitución funcional del cuero en sectores históricamente tractores. La automoción es el ejemplo más visible. Volvo Cars anunció que todos sus modelos puramente eléctricos serían *leather-free* y que, para 2030, aspiraba a una gama totalmente eléctrica libre de cuero [5]. Aunque una sola empresa no define el mercado entero, el valor simbólico e industrial de esta decisión es incuestionable: la tapicería automotriz era una salida clásica para grandes volúmenes de piel bovina de calidades medias.

La segunda causa es regulatoria. La normativa europea sobre productos libres de deforestación (EUDR) ha introducido una carga de diligencia debida y trazabilidad que impacta también sobre cadenas vinculadas al ganado. La información oficial de *Access2Markets* confirma el nuevo calendario de aplicación principal desde el 30 de diciembre de 2026 y desde el 30 de junio de 2027 para determinados micro-operadores y personas físicas [7]. Más importante que la fecha es el mensaje económico: una materia prima devaluada tiene que asumir ahora mayores costes de información, prueba documental y segmentación de riesgo.

La tercera causa es la propia arquitectura de la cadena de suministro. El manifiesto de COTANCE, organización representativa del curtido europeo, reconoce explícitamente que *hides* y *skins* son subproductos de bajo valor de la producción cárnica y que ello no incentiva a los mataderos a invertir suficientemente en sistemas de trazabilidad; también admite que la trazabilidad hasta el lugar de nacimiento del animal es, en muchos casos, prácticamente inexistente a escala global [6]. Aunque se trata de una fuente sectorial y no de una autoridad pública, su valor probatorio es alto porque constituye una admisión de parte sobre la debilidad estructural del sistema.

La cuarta causa es la degradación de calidad física y comercial de muchas pieles. Los daños derivados de marcado, parásitos, transporte y manipulación penalizan sobre todo al cuero destinado a aplicaciones visualmente exigentes. La importancia de este punto es doble. Por un lado, destruye valor para tenería tradicional. Por otro, abre una oportunidad industrial: pieles cosméticamente mediocres pueden conservar un interés elevado como materia prima para gelatina, colágeno, péptidos y otros biomateriales, donde la integridad estética superficial es mucho menos relevante que la composición del tejido conectivo.

Tabla 1. Factores de crisis del negocio clásico del cuero y su traducción económica

Factor	Evidencia reciente	Impacto inmediato	Consecuencia estratégica
Colapso del hide commodity	Brasil: caída aproximada de 59 USD/piel (2014) a 5 USD/piel (2025).	Destrucción del valor de la piel cruda.	Desviar parte del flujo a colágeno, gelatina y péptidos.
Menor tracción en automoción	Estrategias leather-free en fabricantes de vehículos eléctricos.	Menor absorción de calidades medias.	Reducir dependencia del canal tapicería.
Trazabilidad y EUDR	Aumento de obligaciones de diligencia debida y calendario aplazado a 2026/2027.	Mayores costes de cumplimiento.	Clasificar orígenes, separar calidades y documentar cadena.

Baja inversión <i>upstream</i>	La propia industria reconoce que el bajo valor del hide desincentiva invertir en trazabilidad.	Persistencia de opacidad y mermas reputacionales.	Integración vertical o acuerdos de suministro más exigentes.
Segmentación del lujo	Resistencia desigual del segmento ultra-premium frente al resto.	Polarización del mercado.	Sólo las mejores pieles justifican estrategia cuero-premium.

#### 4. Alternativas de negocio a la caída del cuero: hacia una biorrefinería del sacrificio

La alternativa económicamente sería no consiste en encontrar “otro cliente” para la misma piel, sino en rediseñar el animal como una cartera de flujos valorizables. Las revisiones contemporáneas sobre subproductos de matadero muestran que, en bovino, la fracción no cárnica representa aproximadamente la mitad o más del peso vivo procesado; dentro de ella, sangre, huesos, pieles, grasa, vísceras y tripas ofrecen rutas de valorización alimentaria, técnica, biomédica o energética [8–9].

Desde esta óptica, la piel deja de competir sólo con materiales sintéticos en curtición y pasa a competir también con otras rutas de extracción y bioprocesado. Esto altera la jerarquía de decisión industrial. Una piel excelente, trazable y sin defectos puede seguir justificando curtición premium. Una piel dañada, de difícil trazabilidad o con destino comercial incierto puede rendir más como gelatina, colágeno nativo, colágeno hidrolizado o materia prima para biomateriales. La lógica correcta es, por tanto, una lógica de asignación óptima, no de tradición sectorial.

##### 4.1. Pieles y cueros

Tanto la piel bovina como la porcina continúan siendo, industrialmente, las materias primas dominantes para gelatina y colágeno por disponibilidad, coste, experiencia de proceso y perfiles funcionales consolidados [12–13]. Esto significa que el hundimiento económico del cuero no equivale a la pérdida de valor de la piel como biomasa proteica. De hecho, puede ocurrir lo contrario: cuanto menos valor tenga la piel como cuero *commodity*, mayor incentivo habrá para redirigirla a extracción de moléculas y péptidos de mayor margen.

Existe además un matiz regulatorio relevante. EFSA recuerda que la gelatina y el colágeno preparados exclusivamente a partir de *hides* y *skins* se consideran *safe commodities* en el marco del análisis de riesgo EEB/BSE, lo que confiere a esta ruta una fortaleza regulatoria considerable frente a otras materias primas rumiantes más sensibles [12].

##### 4.2. Huesos, cartílagos y tendones

Huesos, cartílagos y tendones concentran grandes cantidades de colágeno y minerales, y pueden dirigirse a gelatina, colágeno hidrolizado, péptidos bioactivos e hidroxapatita [8]. La importancia estratégica de estas fracciones aumenta cuando la piel no basta para sostener la rentabilidad de la cadena. Su inconveniente es que, en comparación con *hides/skins*, pueden estar sometidas a mayores exigencias o cautelas en determinados marcos regulatorios y sanitarios.

### 4.3. Tripas y tejidos intestinales

Las tripas y determinados tejidos gastrointestinales mantienen una salida sólida como natural *casings* en elaborados cárnicos y como base para productos técnicos específicos. Una revisión de 2026 sobre utilización de subproductos animales destaca explícitamente el uso de intestinos y tejidos estomacales como envolturas naturales para embutidos [17]. A ello se suma su valor como fuente de colágeno estructural y como plataforma para biomateriales especializados.

### 4.4. Sangre

La sangre es uno de los flujos más infrautilizados y, a la vez, más prometedores. La literatura reciente estima que se producen globalmente más de 30 millones de toneladas anuales de sangre ganadera y aviar, de las cuales sólo alrededor del 30% se aprovecha para alimentación o usos aditivos [9]. Su valorización puede orientarse a plasma funcional, fracciones proteicas, hierro hemo, péptidos, fertilización orgánica y, de manera emergente, medios de cultivo y aplicaciones biotecnológicas.

### 4.5. Grasas y sebo

Las grasas animales no deben permanecer en la categoría de simple residuo energético. En esquemas modernos de biorrefinería, el sebo se integra en oleoquímica, tensioactivos, lubricantes, jabonería y, según la calidad y la regulación, biocombustibles. Su aporte estratégico es que estabiliza la cuenta de resultados cuando pieles, vísceras o sangre atraviesan ciclos adversos.

Tabla 2. Matriz de valorización alternativa del despiece animal

Flujo	Componente valorizable	Salida de negocio	Comentario económico
Piel	Colágeno I / gelatina / péptidos	Food, nutricosmética, biomateriales	Puede superar al cuero commodity si la calidad estética es baja.
Hueso/cartilago/tendón	Colágeno, gelatina, minerales	Suplementos, biomateriales, hidroxiapatita	Ruta robusta, pero más sensible a ciertos marcos sanitarios.
Tripas	Submucosa colagénica	Natural casings y usos técnicos	Mercado estable y compatible con especialización cárnica.
Sangre	Plasma, hemoproteínas, péptidos	Ingredientes funcionales y bioeconomía	Amplio margen de infrautilización actual.
Grasa	Triglicéridos y fracciones oleoquímicas	Tensioactivos, jabonería, energía	Función estabilizadora del mix de ingresos.

## 5. Sobre la supuesta escasez de colágeno bovino o porcino: corrección conceptual

No es prudente afirmar, a fecha de hoy, una escasez absoluta e inmediata de colágeno bovino o porcino a escala global. Lo que sí puede sostenerse, con mucho mayor rigor, es que aumenta la tensión sobre el colágeno tradicional debido a cuatro vectores: demanda creciente de suplementos y biomateriales; exigencias superiores de trazabilidad; restricciones culturales y de mercado sobre ciertos orígenes; y segmentación sanitaria-regulatoria entre materias primas de distinta naturaleza [12–13].

Desde un punto de vista industrial, la ventaja del colágeno bovino y porcino continúa siendo abrumadora en disponibilidad y madurez tecnológica. Desde un punto de vista comercial y reputacional, esa ventaja ya no es total. Las fuentes no rumiantes, marinas, aviares, ovo-productivas y recombinantes ganan relevancia porque permiten resolver problemas de identidad de origen, narrativa animal, percepción de seguridad y diferenciación de producto. Pero esa ganancia no elimina de inmediato el peso de bovino y porcino: simplemente re-segmenta el mercado.

## 6. Alcance real del colágeno procedente de membrana de cáscara de huevo

Conviene empezar por la precisión fundamental. La cáscara mineral del huevo no es, en sentido estricto, una fuente sustitutiva de colágeno bovino o porcino. La literatura distingue de forma tajante entre la cáscara calcificada -rica en carbonato cálcico- y la membrana de la cáscara, que es la fracción bio-polimérica con interés proteico [10]. Cuando el mercado habla de “colágeno de cáscara de huevo”, la expresión correcta es “colágeno o péptidos de membrana de cáscara de huevo (ESM)”.

La ESM presenta un perfil composicional notable. Según revisiones recientes, representa aproximadamente el 1,02% del peso húmedo del huevo y el 0,24% del peso seco; contiene 80–85% de materia orgánica y 15–20% de fracción inorgánica; y alrededor del 10% de la materia orgánica corresponde a colágeno, integrado principalmente por los tipos I, V y X [10–11]. Además, la matriz incluye **glucosamina, condroitina, ácido hialurónico y otras proteínas secundarias** con claro interés nutracéutico.

Esta composición confiere a la ESM una ventaja que el colágeno bovino o porcino no siempre ofrece de forma nativa: no sólo aporta colágeno, sino un ecosistema de componentes de matriz extracelular susceptibles de generar posicionamientos premium en articulaciones, piel, cicatrización, biomateriales y cosmética funcional. El valor económico potencial, por tanto, no reside únicamente en sustituir gramos de colágeno bovino por gramos de colágeno de ESM, sino en comercializar un ingrediente complejo, diferenciado y circular.

### 6.1. Capacidad teórica de obtención

La producción mundial de huevos alcanzó 100 millones de toneladas en 2024, según FAO [18]. Si se aplica a esa magnitud el dato bibliográfico de que la membrana representa aproximadamente el 0,24% del peso seco del huevo, la cantidad teórica máxima de ESM recuperable en base seca sería del orden de 240.000 toneladas anuales. Si de esa ESM se considera que 80–85% es materia orgánica y que alrededor del 10% de dicha materia orgánica es colágeno, el **potencial teórico bruto de colágeno procedente de ESM se situaría aproximadamente entre 19.200 y 20.400 toneladas anuales**, antes de descontar pérdidas de recogida, separación, purificación, hidrólisis y estandarización.

Esta cifra es suficientemente relevante como para justificar una estrategia industrial específica, pero insuficiente para sustituir masivamente a escala mundial el conjunto de las corrientes bovinas y porcinas. Dicho de otro modo: la ESM es industrialmente interesante; no es, por tonelaje, un reemplazo universal.

### 6.2. Ventajas competitivas de la ESM

Primera ventaja: circularidad auténtica. La ESM procede de un subproducto ovo-productivo cuya fracción mineral puede valorizarse por separado como carbonato cálcico, mientras la membrana se dirige a péptidos o biomateriales. El aprovechamiento combinado de membrana y cáscara mejora la economía total del residuo [10].

Segunda ventaja: diferenciación de origen. La ESM evita, en numerosos mercados, las objeciones asociadas a bovino o porcino, aunque sigue manteniendo condición alérgica vinculada al huevo. Esto no debe ocultarse: la ventaja cultural o de percepción no elimina la exigencia de etiquetado y gestión de alérgenos [14].

Tercera ventaja: densidad funcional. La presencia conjunta de colágeno, glucosamina, condroitina y ácido hialurónico favorece un posicionamiento premium que va más allá del simple “collagen powder”.

Cuarta ventaja: menor dependencia del curtido y del matadero. Para empresas sin acceso privilegiado a grandes corrientes de hides o huesos, la ESM permite construir una vía alternativa de abastecimiento a partir de la industria del huevo.

### 6.3. Limitaciones técnicas y regulatorias

La principal limitación es **tecnológica**. La ESM presenta una **marcada insolubilidad** ligada a su estructura altamente entrecruzada y a la presencia de puentes disulfuro. La literatura reporta recuperaciones de hasta 98,9% en separación, pero subraya también que **la proteína de ESM es prácticamente insoluble en agua** y que la mayor solubilidad reportada ronda el 62% [11]. Por tanto, la separación puede ser muy eficiente y, aun así, la conversión a ingredientes estables y estandarizados seguir siendo compleja y costosa.

La segunda limitación es **económica**. La ESM sólo resulta realmente competitiva cuando existe recogida concentrada, proximidad a centros de ovoproductos, tecnología de separación solvente y capacidad de vender no una *commodity*, sino un ingrediente premium. Pretender competir con colágeno bovino barato en mercados masivos de volumen es, hoy por hoy, una estrategia débil.

La tercera limitación es regulatoria y comercial. En la Unión Europea, EFSA concluyó que el *egg membrane hydrolysate* era seguro como complemento alimenticio a 450 mg/día y, en 2025, emitió una opinión favorable para *egg membrane collagen peptides* como nuevo alimento bajo las condiciones propuestas [16,19].

No obstante, en Estados Unidos la FDA dejó de evaluar una notificación GRAS relativa a *partially hydrolyzed eggshell membrane powder* a petición del solicitante, tras señalar deficiencias de caracterización, exposición y seguridad, lo que demuestra que el itinerario regulatorio requiere mucha más solidez analítica de la que a menudo presupone el mercado [14]

Tabla 3. Comparación estratégica entre colágeno bovino/porcino, ESM y colágeno recombinante

Criterio	Bovino/porcino	ESM (membrana de huevo)	Recombinante no animal	Juicio estratégico
Escalabilidad actual	Muy alta	Media-baja	Aún limitada	Gana bovino/porcino en volumen.
Coste por tonelada	Generalmente menor	Mayor	Actualmente elevado	La ESM no debe entrar como commodity.
Narrativa circular	Alta si se usa subproducto	Muy alta	Alta en animal-free	La narrativa depende del mercado objetivo.
Diferenciación funcional	Buena pero más estándar	Muy alta por matriz compleja	Alta por diseño molecular	ESM y recombinante son vías premium.
Madurez regulatoria	Alta	En progreso y segmentada	En expansión	La robustez documental es crítica.
Riesgos/objeciones	Trazabilidad, origen, cultura	Alérgeno huevo, coste de proceso	Coste y aceptación	No existe solución universal.

## 7. Implicaciones estratégicas y de negocio

A la luz de la evidencia revisada, la estrategia empresarial sólida **no es elegir entre cuero o colágeno, sino implantar una jerarquía de destinos**. Las mejores pieles, plenamente trazables y con defectología (taras) mínima, deben reservarse para **cuero premium**. Las pieles degradadas estéticamente o documentalmente deben evaluarse como **materia prima para gelatina, colágeno y péptidos**. Huesos, cartílagos y tendones deben integrarse en una **segunda plataforma de extracción**. La sangre debe salir del estatus de residuo y entrar en la cartera de ingredientes funcionales. Y, paralelamente, la industria del huevo debe verse como un socio estratégico de una nueva familia de colágenos premium y sales minerales circulares.

Para una empresa que pretenda construir negocio alrededor de esta transición, la prioridad práctica es la siguiente: (i) mapear corrientes y calidades; (ii) segmentar por destino de valor y no por costumbre productiva; (iii) asegurar trazabilidad mínima viable; (iv) decidir si la vía ESM se dirigirá a nutracéutica/cosmética o a biomateriales; y (v) no realizar ejercicios imposibles como alimentar expectativas irrazonables a base de prometer una capacidad de sustitución que la ESM no puede ofrecer en términos de tonelaje global. La peor decisión estratégica sería presentar el colágeno de membrana de huevo como reemplazo universal barato del bovino o del porcino. La mejor sería posicionarlo como ingrediente premium circular, tecnológicamente diferenciado y comercialmente selectivo.

## 8. Conclusiones

La primera de las conclusiones que podemos extraer de este estudio, es que la “caída espectacular del cuero” es una formulación válida sólo si se refiere al *hide commodity* y al curtido de volumen; no describe adecuadamente la totalidad del universo cuero, donde subsisten franjas premium muy resilientes. Por tanto, no podemos afirmar que el rumor que se extiende por la industria sea, en efecto, cierto.

La segunda, se centra en que el deterioro del valor de la piel obliga a abandonar la visión lineal del matadero y adoptar una lógica de biorrefinería: cuero *premium* cuando proceda; colágeno, gelatina y péptidos cuando sea más rentable; y aprovechamiento integral de sangre, huesos, grasas, vísceras y tripas.

La tercera de nuestras conclusiones discurre por el terreno de lo empírico, en el sentido de que no existe base suficiente para afirmar una escasez absoluta inmediata de colágeno bovino o porcino; sí para hablar de tensión creciente sobre la disponibilidad competitiva, trazable y reputacionalmente aceptable de ciertas corrientes.

La cuarta, es neta, dado que el colágeno de interés industrial asociado al huevo no procede de la cáscara mineral, sino de la membrana de la cáscara. Esa membrana es una fuente valiosa, funcional y circular, pero con limitaciones importantes de separación, solubilidad y tonelaje.

La quinta versa sobre la capacidad teórica de ESM derivada de la producción mundial de huevos, que es suficientemente significativa para justificar inversiones en nichos premium, pero no para sustituir masivamente al colágeno bovino o porcino en mercados globales de gran volumen.

En consecuencia, y como conclusión sexta de este estudio, debemos sostener que la ESM debe posicionarse como complemento estratégico de alto valor añadido -especialmente en nutracéutica, cosmética y biomateriales- y no como sustituto universal del colágeno tradicional.

## 9. Limitaciones del estudio

Este trabajo utiliza una combinación de literatura científica, información sectorial y datos institucionales recientes. Su fortaleza es la actualización y la integración multidisciplinar; su limitación principal es que no aporta balances empresariales privados desagregados ni costes industriales de proceso específicos por planta.

Por ello, las conclusiones son especialmente robustas para el plano estratégico y de asignación de valor, pero deben complementarse con ingeniería de proceso y modelización económica de cada caso concreto antes de una decisión de inversión.

## Bibliografía seleccionada

- [1] Reuters. (2025, 19 septiembre). *Brazil leather price slumps, challenging export industry.*
- [2] USDA Agricultural Marketing Service. (2026, abril). *By-Product Drop Value (Steers/Cattle), NW\_LS441/447.*
- [3] USDA Foreign Agricultural Service. (2026). *Hides & Skins: U.S. exports in 2025, total export value and 3-year average.*
- [4] Reuters. (2025, 8 abril). *Global market rout darkens outlook for European luxury labels.*
- [5] Volvo Cars. (2021, 23 septiembre). *Volvo Cars to go leather-free in all pure electric cars.*
- [6] COTANCE. (2024). *COTANCE Manifiesto.*
- [7] European Commission, Access2Markets. (2026, 28 enero). *Delay until December 2026 and other developments in the implementation of the EUDR Regulation.*
- [8] Alibekov, R. S., et al. (2024). *Review of the slaughter wastes and the meat by-products recycling opportunities. Frontiers in Sustainable Food Systems, 8, 1410640.*
- [9] Lee, J., et al. (2026). *Utilization of animal by-products as sources of bioactive compounds. Food Science of Animal Resources.*
- [10] Saraliev, P., et al. (2025). *Egg By-Products: Composition, Bioactive Potential, and Utilization in the Circular Economy. Stresses, 5(4), 80.*
- [11] Han, C., et al. (2023). *Advances in eggshell membrane separation and solubilization technologies. Frontiers in Veterinary Science, 10, 1116126.*
- [12] EFSA. (2024). *BSE risk posed by ruminant collagen and gelatine derived from bones. EFSA Journal, 22, e8883.*
- [13] Al Hajj, W., et al. (2024). *Hydrolyzed collagen: Exploring its applications in the food and beverage industries and assessing its impact on human health – A comprehensive review. Heliyon, 10, e36433.*
- [14] U.S. Food and Drug Administration. (2025, 4 febrero). *GRAS Notice No. GRN 001194 Agency Response Letter.*
- [15] U.S. Food and Drug Administration. (2024, 22 octubre). *GRAS Notice No. GRN 001171 Agency Response Letter.*
- [16] EFSA. (2025). *Safety of egg membrane collagen peptides as a novel food pursuant to Regulation (EU) 2015/2283. EFSA Journal, 23(12), e9709.*
- [17] Bello, I. E., et al. (2026). *Jurisdictional Comparison in the Utilization and Regulation of Animal By-Products. Foods, 15(8), 1324.*
- [18] FAO. (2025). *Agricultural production statistics 2010–2024: world eggs production amounted to 100 Mt in 2024.*
- [19] EFSA. (2018). *Safety of egg membrane hydrolysate as a novel food pursuant to Regulation (EU) 2015/2283. EFSA Journal.*

## Apéndice breve: juicio final de sustitución

En términos estrictamente industriales, el colágeno de membrana de cáscara de huevo debe concebirse como un sustituto parcial y selectivo del colágeno bovino o porcino, no como un reemplazo masivo. Su fortaleza reside en el valor añadido por kilogramo, no en el tonelaje global disponible.