

# Food Grade Protease para depilado enzimático: aplicaciones en cuero, conservación del pelo y reducción de sulfuro

Equipo de investigación de Enzymes.bio · Wellington, Nueva Zelanda · June 21, 2026

**Food Grade Protease For Enzymatic Dehairing** es una proteasa comercial destinada a facilitar el depilado enzimático de pieles mediante hidrólisis controlada de proteínas y proteoglicanos asociados al anclaje del pelo. En la práctica, ayuda a aflojar el pelo y reducir la dependencia de sistemas convencionales con cal y sulfuro, siempre que el proceso controle la penetración de la enzima y evite daño al colágeno estructural del cuero <sup>[1]</sup>. Enzymes.bio la ofrece como proveedor en unidades de 1 kg para compra directa en línea; el CoA y la SDS se proporcionan junto con el pedido .

## Qué es una proteasa food grade para depilado enzimático

Una proteasa es una enzima que rompe enlaces peptídicos en proteínas. En el depilado enzimático de pieles, su función no es “disolver” todo el tejido, sino actuar de forma preferente sobre materiales proteicos no deseados: componentes de la epidermis, proteínas perifoliculares y proteoglicanos que contribuyen a mantener el pelo unido a la piel. La literatura sobre depilado enzimático subraya que la especificidad de la enzima es decisiva: una proteasa útil para cuero debe favorecer el aflojamiento del pelo sin degradar de forma significativa la matriz de colágeno que dará resistencia al cuero terminado <sup>[2]</sup>.

El término **food grade** debe leerse aquí como una denominación comercial de la preparación enzimática y de su posicionamiento de calidad, no como una garantía automática de idoneidad para cualquier artículo de cuero ni como una sustitución de la validación interna de la curtiduría. El uso descrito en este documento es industrial, en pieles y cueros, y debe integrarse en el flujo de ribera del usuario con sus controles de seguridad, calidad y cumplimiento aplicables. Enzymes.bio actúa como proveedor del producto, no como fabricante ni laboratorio de ensayo, y entrega la documentación asociada —CoA y SDS— junto con el pedido .

En la industria del cuero, las proteasas se han estudiado principalmente como alternativas o complementos a etapas químicas intensivas, en especial remojo, depilado y rendido. Las proteasas alcalinas de origen microbiano aparecen de forma recurrente en la literatura por su capacidad para

trabajar en entornos compatibles con operaciones de ribera y por su aplicabilidad en cuero, detergentes y tratamiento de residuos proteicos <sup>[3]</sup>.

## Por qué el depilado convencional con cal y sulfuro genera interés en alternativas enzimáticas

---

El depilado tradicional con cal y sulfuro sódico es eficaz porque combina hinchamiento alcalino, apertura de la estructura de la piel y ruptura química de enlaces de la queratina del pelo. Sin embargo, ese mismo mecanismo puede destruir el pelo, aumentar la carga orgánica del efluente y generar riesgos operativos asociados a compuestos sulfurados. Las revisiones sobre depilado enzimático lo presentan como una estrategia de curtición más limpia, especialmente cuando permite reducir el uso de sulfuro y conservar el pelo como residuo separable <sup>[2]</sup>.

En el sistema convencional, el pelo puede fragmentarse o convertirse en una masa proteica difícil de separar. Esto incrementa la carga contaminante porque parte de la biomasa capilar termina en el licor de proceso. En cambio, un enfoque de **hair-saving unhairing** o depilado con conservación del pelo busca aflojar la raíz y retirar el pelo más entero, facilitando su recuperación como subproducto y reduciendo la degradación proteica en el baño. Estudios sobre depilado enzimático de pieles de cabra han destacado la recuperación de pelo y grasa como una vía de aprovechamiento de materiales que, en procesos menos selectivos, pueden convertirse en residuos de mayor impacto <sup>[4]</sup>.

La presión ambiental no es el único motor. La calidad del cuero también depende de evitar ataques excesivos a la flor, a la unión epidermis-dermis y a la red de colágeno. Un depilado demasiado agresivo puede producir soltura de flor, pérdida de resistencia, grano dañado o variabilidad entre zonas de la piel. Por ello, el valor de una proteasa no se mide solo por “quitar pelo”, sino por hacerlo con selectividad y uniformidad suficientes para no comprometer el material final <sup>[1]</sup>.



Figure 1. 식품 등급은 효소 제제와 그 문서화 기준을 설명하는 개념이며, 효소 적 탈모는 산업용 가죽 제조의 빔하우스 공정에 해당한다.

## Mecanismo: cómo una proteasa afloja el pelo sin buscar destruir el cuero

El pelo está anclado en una estructura compleja: folículo, vainas radiculares, epidermis, lámina basal, proteínas no colagénicas y proteoglicanos de la matriz extracelular. No existe un único “pegamento” que baste con eliminar; el depilado implica debilitar varias interfaces entre pelo y piel. El estudio mecanístico de Sivasubramanian y colaboradores mostró que una proteasa bacteriana alcalina podía provocar degradación de componentes proteoglicanos y de decorina, mientras el colágeno permanecía sin afectación relevante bajo las condiciones evaluadas [1].

La **decorina** es un proteoglicano asociado a la organización de fibrillas de colágeno y a interacciones dentro de la matriz extracelular. Cuando una proteasa degrada decorina y otros proteoglicanos perifoliculares, puede disminuir la cohesión de la matriz alrededor del folículo y facilitar la liberación del pelo. Este mecanismo explica por qué el depilado enzimático puede funcionar sin depender exclusivamente de la destrucción química de la queratina capilar [1].

La penetración de la enzima es otro punto crítico. La proteasa debe llegar a las zonas donde el pelo está unido, no solo reaccionar en la superficie. Investigaciones recientes sobre el mecanismo de depilado enzimático destacan que el comportamiento de permeación de la proteasa en la piel y la regulación de cargas influyen en el acceso a la matriz y, por tanto, en la eficacia del proceso [5].

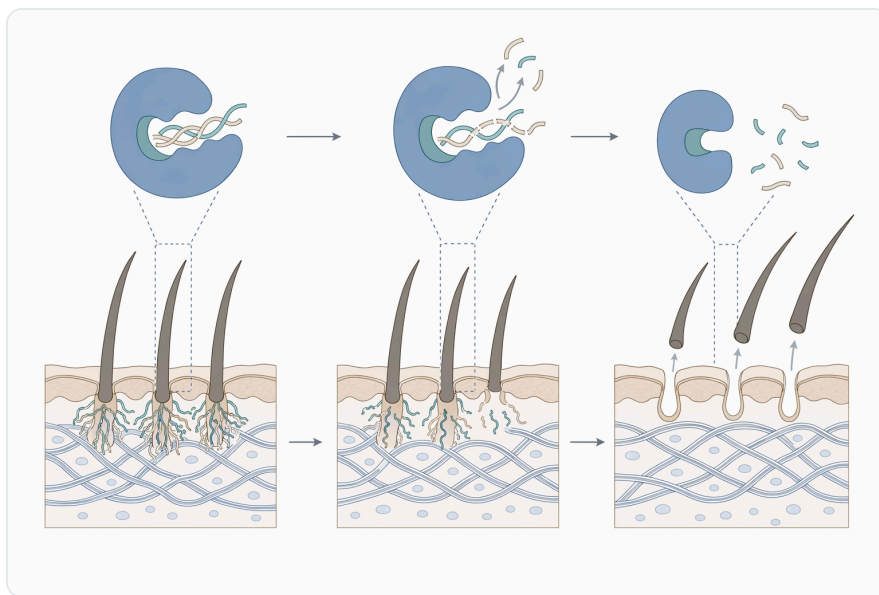
La carga eléctrica de la piel y de la enzima cambia con el pH, lo que afecta la adsorción, difusión y distribución de la proteasa. Si la enzima queda retenida superficialmente, el depilado puede ser incompleto; si penetra demasiado o actúa durante demasiado tiempo, aumenta el riesgo de ataque no

deseado a proteínas estructurales o a componentes de la flor. Por eso, la tecnología enzimática requiere equilibrio: actividad suficiente en la zona folicular, pero exposición limitada sobre la matriz que debe conservarse [5].

## Especificidad enzimática: el punto que separa depilado útil de daño al cuero

No cualquier proteasa es adecuada para depilar pieles. Una enzima con fuerte actividad colagenolítica sería problemática porque el colágeno es el componente estructural que debe preservarse. La revisión de Sujitha y colaboradores enfatiza que la especificidad enzimática es central para lograr depilado eficiente y, al mismo tiempo, mantener la calidad del cuero [2].

También debe distinguirse entre proteólisis perifolicular y queratinólisis intensa. En un proceso de conservación del pelo, el objetivo no es pulverizar la fibra capilar, sino debilitar el anclaje. Si la enzima o el sistema químico degradan excesivamente la queratina, el pelo puede fragmentarse y aumentar la carga orgánica del efluente. En cambio, una proteasa orientada al aflojamiento de estructuras de unión permite retirar pelo más íntegro y reducir la generación de lodos proteicos finos [4].



**Figure 2.** 효소적 탈모는 모발을 고정하는 모낭 관련 단백질과 비콜라겐성 단백질 구조를 표적으로 하면서, 콜라겐 네트워크는 보존하는 것을 목표로 한다.

La selectividad real no depende solo de la enzima; depende del sistema completo. pH, temperatura, tiempo, hinchamiento de la piel, salinidad residual, estado de conservación, especie animal y espesor modifican la velocidad con la que la proteasa accede al folículo. Por ello, incluso una proteasa adecuada puede producir resultados pobres si la distribución es heterogénea o si la piel no fue preparada de forma uniforme [5].

## Comparación técnica: depilado con cal/sulfuro frente a depilado enzimático con proteasa

Criterio técnico	Depilado convencional con cal/sulfuro	Depilado enzimático con proteasa
Mecanismo principal	Ruptura química de estructuras de queratina y apertura alcalina de la piel	Hidrólisis de proteínas y proteoglicanos asociados al anclaje del pelo
Efecto sobre el pelo	Puede destruir o fragmentar el pelo, aumentando materia orgánica en el baño	Puede facilitar conservación del pelo si el proceso está bien ajustado
Selectividad	Alta eficacia, pero menor selectividad frente a componentes proteicos no deseados	Mayor dependencia de especificidad enzimática, penetración y control de proceso
Riesgo ambiental dominante	Carga sulfurada, olor, toxicidad potencial y efluentes con pelo degradado	Menor dependencia de sulfuro, pero requiere control para evitar sobretratamiento
Impacto sobre colágeno	Puede alterar la estructura si el proceso es excesivo	Debe evitar proteólisis colagénica; el mecanismo deseado actúa sobre matriz no colagénica
Control operativo	Tecnología madura y ampliamente conocida	Tecnología más sensible a variabilidad de piel, distribución y condiciones de contacto
Recuperación de subproductos	Menor si el pelo se destruye	Mayor potencial de recuperación de pelo y grasa en esquemas adecuados

Esta comparación no significa que la proteasa sustituya automáticamente todo el sistema de ribera. En muchos escenarios industriales, la ruta enzimática puede funcionar como reducción, complemento o modificación del proceso químico, según el tipo de piel y los objetivos de la curtiduría. La literatura reconoce beneficios ambientales potenciales, pero también indica que el éxito depende de la elección de enzima y de condiciones de proceso bien controladas <sup>[2]</sup>.

### Evidencia científica sobre proteasas para depilado de pieles

La evidencia mecanística más relevante muestra que el depilado enzimático puede dirigirse a componentes de la matriz asociados al folículo. En el trabajo de Sivasubramanian et al., el tratamiento con proteasa bacteriana alcalina se vinculó con reducción de constituyentes proteoglicanos y degradación de decorina, mientras el colágeno no mostró daño significativo bajo las condiciones evaluadas. Este resultado apoya la hipótesis de que el aflojamiento del pelo puede lograrse sin degradar indiscriminadamente la estructura principal del cuero <sup>[1]</sup>.

La revisión de Sujitha et al. amplía esta visión y analiza el depilado enzimático desde la especificidad. Su conclusión práctica es que la tecnología no debe evaluarse solo por la actividad proteolítica total, sino por el perfil de ataque de la enzima: una proteasa adecuada debe degradar sustratos relevantes para la retención del pelo y minimizar el daño en colágeno, elastina u otras estructuras críticas del cuero [2].

La investigación de Gao et al. aporta un segundo eje: no basta con que la proteasa tenga el sustrato correcto; también debe llegar al lugar correcto. La permeación dentro de la piel y la regulación de cargas influyen en cuánto enzima se distribuye hacia zonas perifoliculares y cuánto queda retenida en capas superficiales. Este enfoque ayuda a explicar por qué dos procesos con la misma enzima pueden dar resultados distintos si cambian el pH, el pretratamiento o el estado de la piel [5].

Los estudios aplicados con proteasas alcalinas de *Bacillus* y otros microorganismos han reforzado el interés industrial de estas enzimas. En aplicaciones de fabricación de cuero, se han investigado proteasas alcalinas por su capacidad para depilar, limpiar y contribuir a procesos menos dependientes de químicos convencionales [6].



Figure 3. 석회-황화물 탈모는 주로 케라틴을 공격해 모발을 분해할 수 있는 반면, 효소 보조 탈모는 모발을 고정하는 주변 환경을 약화시키는 데 초점을 둔다.

La búsqueda de nuevas fuentes microbianas también es relevante. Investigaciones sobre bacterias proteolíticas aisladas de residuos de curtiduría han evaluado su potencial para aplicaciones en cuero y detergencia, lo que muestra una relación directa entre ambientes ricos en proteína residual y enzimas con posible utilidad industrial [7].

## Beneficios técnicos y ambientales esperados

---

El primer beneficio esperado es la reducción de dependencia del sulfuro. Si el depilado enzimático permite disminuir el uso de compuestos sulfurados, puede reducir riesgos asociados a olores, corrosión, toxicidad potencial y carga de tratamiento de efluentes. Este beneficio es más claro cuando la proteasa se integra en un proceso diseñado para conservar pelo y limitar su destrucción en el baño [2].

El segundo beneficio es la recuperación de pelo. En un sistema hair-saving, el pelo desprendido conserva mayor integridad física y puede separarse más fácilmente. La recuperación de pelo y grasa a partir de depilado enzimático de pieles de cabra se ha estudiado como parte de una visión de aprovechamiento de subproductos, reduciendo la conversión de biomasa proteica en residuo disperso [4].

El tercer beneficio es la posibilidad de mejorar la limpieza de estructuras perifoliculares sin sobreprocesar toda la piel. Al degradar componentes de unión específicos, una proteasa puede facilitar la apertura controlada de la matriz y la eliminación del pelo. El resultado buscado es una flor limpia, poros despejados y menor agresión al colágeno que sostiene la resistencia del cuero [1].

El cuarto beneficio es operativo: las enzimas permiten transformar parte de una reacción química agresiva en una reacción biocatalítica más dirigida. Las proteasas alcalinas se consideran herramientas industriales útiles no solo por su acción sobre proteínas, sino por su capacidad de integrarse en sectores como cuero, detergentes y manejo de residuos proteicos [3].

## Límites técnicos: dónde puede fallar el depilado enzimático

---

El depilado enzimático puede fallar por penetración insuficiente. En pieles gruesas, compactas o con zonas anatómicas densas, la proteasa puede no alcanzar de manera homogénea la base del folículo. El resultado es depilado desigual: zonas limpias junto a zonas con pelo firmemente retenido. La investigación sobre permeación confirma que el transporte de la enzima dentro de la piel es parte central del mecanismo, no un detalle secundario [5].



**Figure 4.** 발표된 탈모 연구에는 염소가죽, 양가죽, 소가죽이 포함되어 있으며, 이는 다양한 가죽 원료에서 프로테아제 시스템이 연구되어 왔음을 보여준다.

También puede fallar por sobretratamiento. Si la proteasa permanece demasiado tiempo o si las condiciones favorecen actividad excesiva sobre proteínas no objetivo, pueden aparecer defectos de flor, pérdida de firmeza o debilitamiento de la estructura. La revisión sobre especificidad enzimática advierte que una proteasa útil para depilado debe distinguirse por su selectividad, no simplemente por su potencia proteolítica [2].

Otro límite es la variabilidad del sustrato. Las pieles no son materiales uniformes: cambian por especie, edad, conservación, salado, tiempo de almacenamiento, carga microbiana y zona anatómica. Esa variabilidad modifica tanto la accesibilidad del folículo como la susceptibilidad de proteínas perifoliculares a la hidrólisis. Por ello, la proteasa debe entenderse como una herramienta de proceso y no como una corrección universal independiente de las condiciones de ribera [1].

Finalmente, el impacto ambiental debe evaluarse de forma completa. Una proteasa puede reducir sulfuro y mejorar recuperación de pelo, pero si el proceso genera retrabajos, depilado incompleto o daño de pieles, el beneficio se reduce. La adopción responsable exige integrar la enzima dentro de un sistema estable, con control operativo y separación adecuada de los residuos recuperables [4].

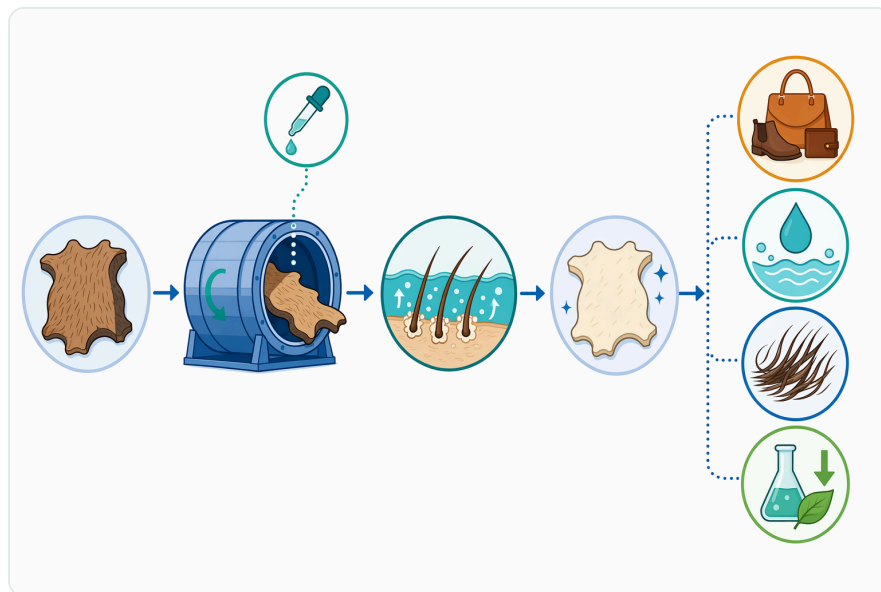
## Parámetros de proceso que influyen en el desempeño

Aunque este documento no establece una receta universal, sí es posible describir los factores que más condicionan el resultado. El primero es el **remojo previo**: una piel hidratada y limpia permite mejor acceso de la enzima a zonas relevantes. Si la piel conserva exceso de suciedad, sal residual o zonas

deshidratadas, la reacción enzimática puede ser desigual porque la distribución del licor o del sistema de aplicación no será uniforme.

El segundo factor es el **pH**, porque modifica la carga de la enzima y de la matriz de la piel. La regulación de cargas afecta la adsorción de la proteasa, su movilidad y su interacción con proteínas de la piel. En términos prácticos, el pH condiciona si la enzima penetra, se fija superficialmente o pierde eficiencia en la zona folicular [5].

El tercer factor es la **temperatura**, que influye en la velocidad de hidrólisis y en la estabilidad de la enzima. Un aumento moderado puede acelerar la proteólisis, pero condiciones excesivas pueden alterar la enzima, modificar la piel o favorecer daños no deseados. La selección de condiciones debe equilibrar velocidad, uniformidad y preservación del colágeno.



**Figure 5.** 효소적 탈모 과정에서는 접근 가능한 단백질이 가수분해되고, 모발 고정력이 감소하며, 기계적 작용으로 모발이 떨어져 나가고, 원피가 더 깨끗해진다.

El cuarto factor es el **tiempo de contacto**. El depilado enzimático suele requerir una ventana de acción suficiente para que la proteasa difunda y degrade materiales de unión. Sin embargo, prolongar la exposición más allá de lo necesario aumenta el riesgo de hidrólisis no selectiva. La evidencia mecanística muestra que el objetivo es actuar sobre proteoglicanos y proteínas asociadas al anclaje, no extender la degradación a la red estructural del cuero [1].

El quinto factor es la **distribución mecánica**. En tambor, paleta, fulón u otros sistemas, el movimiento afecta la penetración y la uniformidad. Una distribución irregular puede producir zonas con enzima en exceso y zonas con enzima insuficiente. En un proceso enzimático, la homogeneidad física es tan importante como la composición química del baño.

## Aplicaciones industriales realistas

---

### Depilado de pieles bovinas, caprinas y ovinas

La aplicación principal de Food Grade Protease For Enzymatic Dehairing es el aflojamiento de pelo en pieles destinadas a curtición. La literatura sobre proteasas alcalinas para cuero incluye evaluaciones en diferentes tipos de piel animal y destaca su interés para reducir químicos y facilitar operaciones de ribera más limpias <sup>[6]</sup>.

En pieles bovinas, el reto suele ser la penetración en una matriz más gruesa y heterogénea. En pieles caprinas u ovinas, la estructura y densidad del pelo difieren, y la respuesta puede variar. La tecnología debe adaptarse a cada sustrato porque la difusión de la proteasa y la resistencia del anclaje folicular no son idénticas entre especies.

### Procesos de conservación del pelo

El depilado enzimático es especialmente interesante en procesos donde se busca conservar el pelo. Al evitar la destrucción intensa de la fibra capilar, se facilita la separación física del pelo y se reduce la incorporación de proteína degradada al efluente. La recuperación de pelo y grasa estudiada en depilado enzimático de pieles de cabra ilustra este enfoque de valorización de subproductos <sup>[4]</sup>.

### Reducción parcial de químicos en ribera

En muchas curtidurías, la adopción más realista puede ser una reducción parcial del sistema químico convencional, no una sustitución inmediata y total. La proteasa puede integrarse para disminuir sulfuro, mejorar aflojamiento o hacer más selectiva la etapa, siempre que el proceso mantenga calidad de flor y depilado completo. Las revisiones sobre depilado enzimático muestran que esta tecnología se estudia precisamente por su potencial dentro de estrategias de fabricación de cuero más limpias <sup>[2]</sup>.



Figure 6. 효소 보조 모발 보존 탈모는 황화물 사용이 많은 공정에 비해 모발의 펄프화를 줄이고 오염 부하가 낮은 빔하우스 운영을 지원할 수 있다.

### Complemento a operaciones de limpieza proteica

Además del desprendimiento del pelo, las proteasas pueden ayudar a eliminar proteínas no estructurales y restos epidérmicos. Esta acción puede favorecer una superficie más limpia para etapas posteriores, siempre que no se convierta en un ataque excesivo a la matriz. La utilidad de proteasas alcalinas en aplicaciones de cuero se ha documentado como parte de su versatilidad industrial [3].

### Calidad del cuero: qué debe protegerse

El valor de una piel depilada no depende únicamente de que esté libre de pelo. La flor debe conservarse firme, la estructura fibrosa debe mantener resistencia y la piel no debe presentar debilitamientos localizados. Por ello, el depilado enzimático debe proteger especialmente el colágeno, que forma la red estructural del cuero.

La evidencia de degradación de decorina y proteoglicanos sin daño relevante al colágeno en condiciones estudiadas es importante porque apunta a una vía selectiva. Sin embargo, no debe interpretarse como garantía universal: si cambian las condiciones o la proteasa tiene otro perfil, el resultado puede variar. La conclusión prudente es que la selectividad es posible, pero depende de la preparación enzimática y del proceso [4].

La flor también puede afectarse si el tratamiento genera hinchamiento irregular o digestión localizada. En zonas donde la enzima se concentra, el ataque puede ser mayor; en zonas poco expuestas, el pelo puede permanecer. La uniformidad de distribución y el control de la exposición son esenciales para

mantener una calidad homogénea en toda la piel [5].

## Consideraciones de seguridad y documentación

Las enzimas industriales son proteínas biológicamente activas y deben manipularse con prácticas adecuadas para evitar exposición innecesaria, especialmente a polvo o aerosoles. La información concreta de manipulación, almacenamiento y seguridad debe consultarse en la SDS suministrada con el pedido. Enzymes.bio proporciona la SDS y el CoA junto con la compra del producto .

El CoA documenta información del lote suministrado, mientras que la SDS orienta sobre peligros, manejo, almacenamiento y respuesta ante incidentes. Como Enzymes.bio no actúa como laboratorio de ensayo, la interpretación del desempeño en una curtiduría concreta corresponde al sistema de calidad y proceso del usuario. La enzima debe evaluarse dentro del entorno operativo real de la planta, con sus materias primas, equipos y estándares internos.

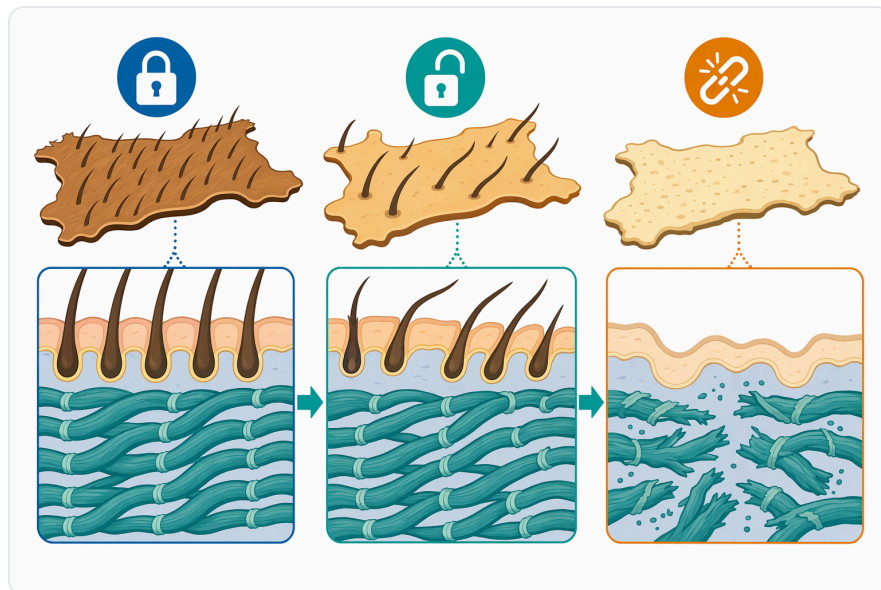


Figure 7. 기술적 목표는 과도한 콜라겐 분해 없이 모발을 탈락시키고 기질을 세정하는 제어된 단백질 분해이다.

## Papel de Enzymes.bio como proveedor

Enzymes.bio suministra **Food Grade Protease For Enzymatic Dehairing** para compra directa en línea en unidades de **1 kg**. Esta modalidad es relevante para usuarios B2B que necesitan adquirir el producto sin procesos de cotización o negociación mayorista. La información de producto y disponibilidad corresponde a su función como proveedor en línea .

Es importante distinguir esta función comercial de actividades que Enzymes.bio no declara realizar: no debe presentarse como fabricante de la enzima ni como laboratorio que valide procesos de curtiduría. El usuario recibe el producto y la documentación asociada con el pedido, pero la adaptación técnica al depilado de una piel específica sigue siendo responsabilidad del proceso industrial del comprador.

## Conclusión

---

Food Grade Protease For Enzymatic Dehairing es una herramienta enzimática para apoyar el depilado de pieles mediante hidrólisis selectiva de proteínas y proteoglicanos asociados al anclaje del pelo. Su base técnica se apoya en estudios que describen degradación de componentes perifoliculares, como decorina y proteoglicanos, con preservación del colágeno bajo condiciones controladas <sup>[1]</sup>.

Su principal valor industrial está en reducir dependencia de sulfuro, favorecer procesos de conservación del pelo y contribuir a una ribera más limpia. Sin embargo, el resultado depende de especificidad enzimática, penetración en la piel, pH, temperatura, tiempo de contacto, distribución mecánica y variabilidad del sustrato. La literatura es clara en un punto: la proteasa puede hacer el depilado más selectivo, pero no elimina la necesidad de control de proceso <sup>[2]</sup>.

Enzymes.bio ofrece esta proteasa como proveedor, en unidades de 1 kg para compra directa en línea, con CoA y SDS incluidos junto con el pedido. Para curtidurías y usuarios B2B, la forma más sólida de entender el producto es como un biocatalizador de proceso: una alternativa o complemento al depilado químico convencional que puede mejorar sostenibilidad y recuperación de pelo cuando se integra de manera controlada en la operación de ribera .

### **Pedir Food Grade Protease For Enzymatic Dehairing en línea**

Se vende en unidades de 1 kg, en stock y listo para enviar. Haga su pedido directamente en nuestra tienda: pague en línea y procesaremos su pedido. Con cada pedido se incluyen un Certificado de Análisis y una Ficha de Datos de Seguridad.

[Comprar Food Grade Protease For Enzymatic Dehairing →](#)

## Referencias

---

Numeradas por orden de primera cita. Fuentes de acceso abierto, verificadas como disponibles en el momento de publicación; los números de cita en el texto enlazan aquí.

1. Sivasubramanian, S., Manohar, B. M., & Puvanakrishnan, R. (2008). Mechanism of enzymatic dehairing of skins using a bacterial alkaline protease. *Chemosphere*, 70 6, 1025-34 .
2. Sujitha, P., Kavitha, S., Shakilanishi, S., Babu, N. K. C., & Shanthi, C. (2018). Enzymatic dehairing: A comprehensive review on the mechanistic aspects with emphasis on enzyme specificity. *International Journal of Biological Macromolecules*, 118 Pt A, 168-179 .
3. Yadav, V. K., Singh, V., & Mishra, V. (2019). Alkaline Protease: A Tool to Manage Solid Waste and Its Utility in Detergent Industry. *Microbial Genomics in Sustainable Agroecosystems*.
4. Nyakundi, J. O., Ombui, J., Wanyonyi, W. C., & Mula, F. J. (2022). Recovery of Industrially Useful Hair and Fat from Enzymatic Unhairing of Goatskins during Leather Processing. *The Journal of the American Leather Chemists Association*.
5. Gao, M., Song, J., Zhang, X., Zhang, C., Peng, B., & Chattha, S. (2023). Key mechanism of enzymatic dehairing technology for leather-making: permeation behaviors of protease into animal hide and the mechanism of charge regulation. *Collagen and Leather*, 5, 1-18.
6. Ranjithkumar, A., Durga, J., Ramesh, R., Sundar, V., Rose, C., & Muralidharan, C. (2017). Studies on Alkaline Protease from Bacillus crolab MTCC 5468 for Applications in Leather Making. *Journal of The American Leather Chemists Association*, 112, 232-239.
7. Desalegn, T., Bacha, K., Tafesse, M., & Masi, C. (2021). The effectiveness of Proteolytic bacteria in the leather and detergent industry isolated waste from the Modjo tannery. *Mağallañ Al-Kuwayt li-l-‘ulūm*.

## Contactar con Enzymes.bio

¿Tiene preguntas sobre un pedido? Nuestro equipo estará encantado de ayudarle.

CORREO ELECTRÓNICO [wholesale@enzymes.bio](mailto:wholesale@enzymes.bio)

TELÉFONO (EE. UU.) **+1 (507) 428-6057**

**Contáctenos →**



**400+** Clientes B2B



**60+** socios universitarios de investigación



**54** atendidos en todo el mundo

© 2026 Enzymes.bio · Suministro de enzimas industriales y para procesamiento de alimentos · No apto para consumo humano ni venta minorista.