

# Tripsina para cuero: Trypsin Leather Softener para bating, ablandamiento y preparación al curtido

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

**Leather Processing Enzyme: Trypsin Leather Softener** es una enzima proteolítica basada en tripsina para el **bating** o ablandamiento enzimático de pieles desencaladas. Su función es hidrolizar de forma controlada proteínas no colagénicas y materiales interfibrilares accesibles, ayudando a relajar la matriz de fibras, mejorar la suavidad y preparar el pelt para curtido, recurtido, teñido, engrase y acabado húmedo .

En cuero, la tripsina no debe entenderse como un agente para “digerir” la piel, sino como una herramienta de proceso para modificar componentes proteicos secundarios sin comprometer la red principal de colágeno cuando se usa dentro de un proceso controlado. Enzymes.bio suministra este producto como proveedor en unidades de **1 kg** mediante compra directa en línea; el Certificado de Análisis y la Ficha de Datos de Seguridad se proporcionan junto con el pedido .

## Qué es Trypsin Leather Softener en el procesamiento de cuero

Trypsin Leather Softener es una enzima de procesamiento de cuero orientada al **ablandamiento enzimático**. En la secuencia clásica de ribera, se aplica después del encalado y del desencalado, cuando la piel ya ha pasado por etapas destinadas a hidratar, hinchar, limpiar y eliminar componentes no deseados. En ese punto, el pelt conserva una estructura fibrosa que puede estar todavía demasiado compacta, con proteínas residuales y sustancias interfibrilares que limitan la movilidad de los haces de colágeno .

La tripsina pertenece al grupo de las proteasas serínicas. Su rasgo más relevante para el bating es su especificidad: corta enlaces peptídicos en posiciones asociadas a residuos básicos, especialmente lisina y arginina, en proteínas accesibles. Esta selectividad no elimina la necesidad de control de proceso, pero ayuda a diferenciarla de proteasas microbianas más amplias, que pueden tener perfiles de hidrólisis menos definidos y, por tanto, exigir una gestión más cuidadosa para evitar daños no deseados <sup>[1]</sup>.

En términos de proceso, la función del producto es facilitar la apertura parcial y uniforme de la estructura dérmica. El objetivo no es romper el colágeno estructural que dará resistencia al cuero terminado, sino reducir componentes proteicos secundarios que actúan como “cemento” entre fibras. La literatura sobre tecnologías enzimáticas para cuero describe este principio como una vía para mejorar operaciones húmedas y reducir la dependencia exclusiva de tratamientos químicos intensivos [2].

Enzymes.bio actúa como proveedor del producto, no como fabricante, curtiduría ni laboratorio de validación. Por eso, el uso de Trypsin Leather Softener debe integrarse en los parámetros internos de cada planta: tipo de piel, artículo final, historial de remojo y encalado, grado de desencalado, carga del tambor, movimiento mecánico, lavados y transición al curtido o a las operaciones posteriores .

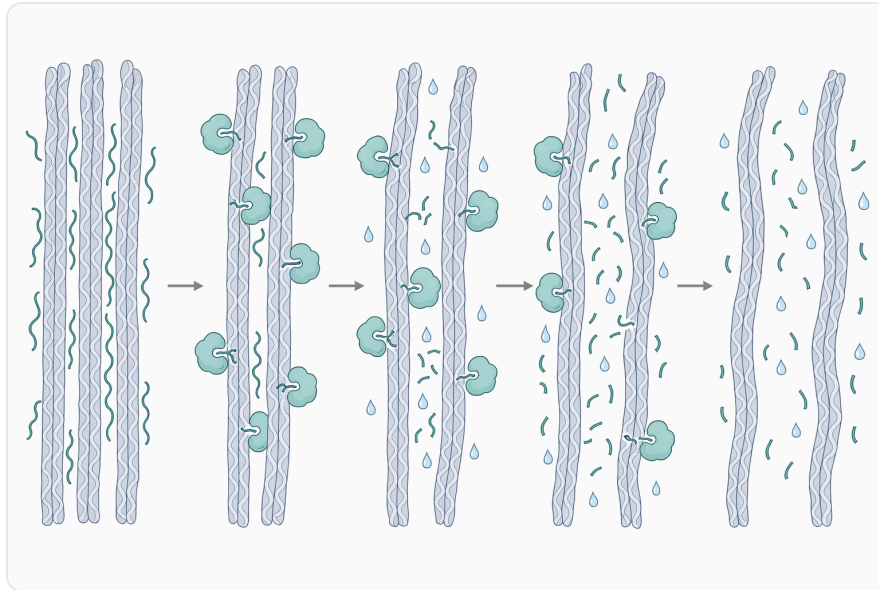
## **Por qué el bating enzimático influye en la suavidad del cuero**

---

La piel animal es una matriz jerárquica de fibras y haces de colágeno. Para convertirla en cuero, el proceso debe conservar la red estructural principal, pero eliminar o modificar componentes que obstaculizan la flexibilidad, la penetración de productos y el tacto final. Después del desencalado, pueden permanecer proteínas no colagénicas, restos epidérmicos, materiales globulares y sustancias interfibrilares que reducen la movilidad interna de las fibras [3].

El bating enzimático actúa precisamente sobre esa fracción accesible. Cuando la tripsina hidroliza proteínas secundarias, las transforma en fragmentos más pequeños que pueden desprenderse o redistribuirse durante el movimiento del baño. El efecto físico esperado es una matriz menos rígida: los haces de colágeno se deslizan mejor entre sí, el grano puede adquirir un tacto más fino y el pelt queda más preparado para recibir curtientes, recurtientes, colorantes y agentes de engrase [4].

La suavidad final del cuero no depende únicamente de la enzima. También intervienen el desengrase, el curtido, el recurtido, el engrase y el acabado. La teoría clásica del ablandamiento químico por lubricación explica que los aceites y agentes de engrase reducen la fricción entre fibras; en cambio, la tripsina actúa antes, modificando barreras proteicas que impiden una apertura adecuada. Por tanto, enzima y lubricación no son equivalentes: son mecanismos complementarios dentro de la fabricación del cuero [5].



**Figure 1.** 트립신은 접근 가능한 비콜라겐성 단백질을 선택적으로 가수분해해 콜라겐 섬유 구조는 보존하면서 가죽 원피를 부드럽게 합니다.

La ventaja técnica de un ablandamiento enzimático bien controlado es que puede producir cambios en la estructura interna sin recurrir exclusivamente a acciones químicas severas. La investigación sobre proteasas en cuero ha mostrado que estas enzimas pueden participar en operaciones de ribera como remojo, depilado y bating, siempre que se seleccionen según el sustrato objetivo y la etapa de proceso [6].

## Mecanismo de acción: qué modifica la tripsina y qué debe preservarse

El mecanismo de Trypsin Leather Softener puede resumirse en tres niveles: reconocimiento de proteínas accesibles, hidrólisis de enlaces peptídicos y relajación física de la matriz. Primero, la enzima entra en contacto con proteínas no colagénicas y zonas proteicas expuestas en el pelt. Segundo, corta enlaces específicos dentro de esas proteínas. Tercero, la reducción de materiales interfibrilares permite que el movimiento mecánico y los lavados separen mejor los haces de fibras [1].

La clave es la accesibilidad. En el pelt, no todas las proteínas están igualmente disponibles para la enzima. Las proteínas superficiales, interfibrilares o parcialmente expuestas son más susceptibles que el colágeno estructural compacto. Cuando el proceso está bien ajustado, la enzima favorece la eliminación o modificación de componentes secundarios sin producir una degradación extensa de la matriz que sostiene la resistencia y la integridad del cuero [3].

El riesgo técnico aparece cuando la proteólisis deja de ser moderada. Si una proteasa actúa demasiado tiempo, penetra de forma desigual o se combina con condiciones que aumentan su agresividad, puede afectar zonas sensibles del grano, reducir resistencia o generar soltura excesiva. Estudios sobre

proteasas y sustratos dérmicos muestran que actividades colagenolíticas y elastinolíticas pueden verse modificadas por el entorno químico, lo que subraya la importancia de controlar el sistema completo y no solo la enzima [7].

La tripsina es valorada en bating porque su especificidad permite un perfil de acción relativamente definido. Sin embargo, “definido” no significa “sin riesgo”. El colágeno también contiene aminoácidos susceptibles en determinadas posiciones, y las zonas dañadas, hinchadas o mal procesadas pueden comportarse de forma más vulnerable. Por ello, el objetivo industrial es alcanzar un punto de ablandamiento suficiente, no maximizar la hidrólisis [1].

## Trypsin Leather Softener frente a otras enzimas y agentes de ablandamiento

No todas las enzimas de cuero tienen la misma función. En literatura técnica aparecen proteasas alcalinas para depilado, queratinasas para degradar queratina del pelo, proteasas encapsuladas para sistemas de depilado y ablandamiento, y proteasas específicas para otras etapas húmedas. Trypsin Leather Softener se sitúa principalmente en la lógica del bating: mejorar la apertura y suavidad de pieles desencaladas, no sustituir de forma directa a todos los sistemas de depilado o curtido [8].

Tecnología o agente	Etapas típicas	Sustrato principal	Resultado buscado	Diferencia frente a Trypsin Leather Softener
<b>Tripsina para bating</b>	Después del desencalado	Proteínas no colagénicas y materiales interfibrilares accesibles	Relajación del pelt, suavidad, mejor preparación para curtido y acabado húmedo	Enfoque en ablandamiento controlado y apertura de fibra
<b>Proteasas alcalinas de depilado</b>	Ribera, antes o durante depilado	Proteínas asociadas al folículo y unión pelo-piel	Remoción de pelo con menor dependencia de químicos agresivos	Más orientadas a depilado que a bating convencional [9]
<b>Queratinasas</b>	Depilado o tratamiento de residuos queratínicos	Queratina del pelo, plumas u otros residuos	Degradación de queratina y valorización de residuos proteicos	Actúan sobre sustratos ricos en queratina; no son equivalentes a tripsina de bating [10]
<b>Engrases y aceites aniónicos</b>	Poscurtición y acabado húmedo	Interfase entre fibras ya curtidas	Lubricación, caída, tacto y flexibilidad	Ablandan por lubricación, no por hidrólisis proteica [11]

Tecnología o agente	Etapas típicas	Sustrato principal	Resultado buscado	Diferencia frente a Trypsin Leather Softener
Ablandamiento mecánico	Secado y acabado	Estructura física del cuero	Flexibilización por deformación controlada	No modifica selectivamente proteínas interfibrilares

Esta comparación ayuda a evitar una confusión frecuente: una enzima “para cuero” no es automáticamente intercambiable con otra. Una proteasa alcalina de depilado puede estar diseñada para liberar pelo; una queratinasa puede orientarse a romper queratina; una tripsina para bating se usa para modificar proteínas secundarias del pelt y mejorar la suavidad. La selección depende de la etapa y del efecto deseado [12].

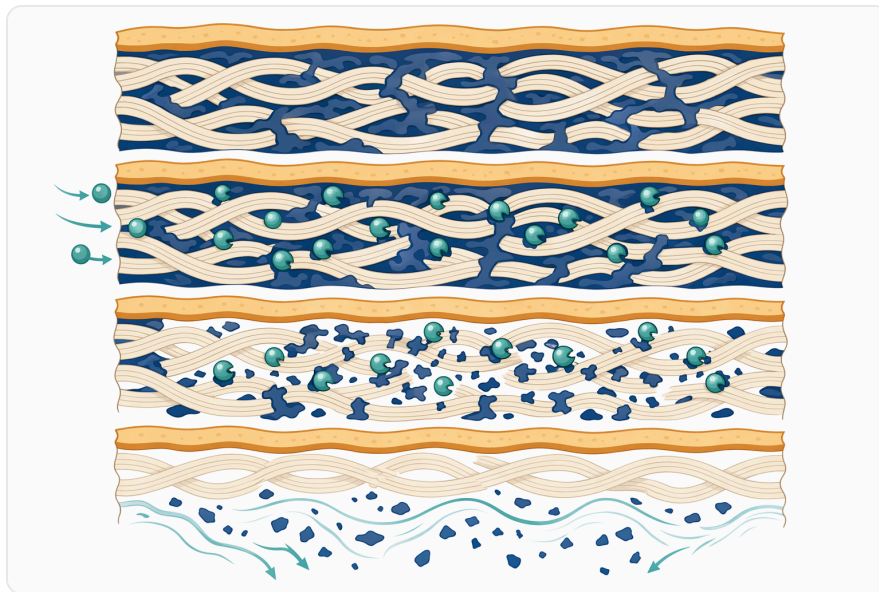


Figure 2. 제어된 베이팅 공정은 섬유 사이 물질을 느슨하게 해 콜라겐 섬유 다발이 더 쉽게 분리되고 자유롭게 움직이도록 합니다.

La investigación sobre proteasas alcalinas de *Bacillus* e *Idiomarina* ha mostrado potencial para depilado más limpio, con interés ambiental por la reducción de tratamientos agresivos en ribera. Esos estudios son importantes para entender el avance de la biocatálisis en curtiduría, pero no deben leerse como si todas las proteasas tuvieran la misma función que la tripsina en bating [13].

## Evidencia científica sobre proteasas en cuero

La base científica para usar proteasas en cuero es amplia. Revisiones y estudios experimentales describen su aplicación en etapas de ribera, especialmente en depilado y bating, por su capacidad de actuar sobre proteínas específicas bajo condiciones más suaves que muchos tratamientos puramente

químicos. La motivación técnica combina calidad del cuero, eficiencia de proceso y reducción parcial de cargas contaminantes en ciertas operaciones [2].

En depilado enzimático, por ejemplo, se han estudiado proteasas alcalinas bacterianas capaces de ayudar a separar el pelo de la piel. Un trabajo sobre una proteasa alcalina de *Idiomarina* sp. C9-1 la presentó como candidata para depilado ecológico, lo que ilustra cómo la industria busca sustituir o reducir pasos químicos de alta carga ambiental en ribera [9].

Otros estudios han investigado proteasas de *Bacillus* para depilado en pieles de cabra, oveja y bovino. Aunque estas enzimas no son idénticas a Trypsin Leather Softener, sus resultados respaldan un principio general: las proteasas pueden modificar selectivamente componentes proteicos de la piel cuando se aplican en la etapa correcta y bajo condiciones controladas [14].

También se ha estudiado la producción de proteasas mediante microorganismos aislados o seleccionados para aplicaciones industriales. La literatura sobre proteasas bacterianas destaca su valor como alternativas en procesos comerciales porque pueden actuar sobre sustratos proteicos en sectores como detergentes, alimentos, gestión de residuos y cuero [15].

Para el bating y el ablandamiento, la evidencia específica apunta a la importancia de la acción moderada. El objetivo no es remover el pelo ni degradar queratina, sino producir una modificación controlada del pelt. Trabajos sobre plastificación enzimática de semielaborados de cuero muestran que la intervención enzimática puede contribuir a la fabricación de cueros más flexibles cuando se combina con una estructura de proceso adecuada [4].

## Diferencia entre ablandamiento enzimático y depilado enzimático

---

El depilado enzimático y el bating comparten una característica: ambos utilizan proteasas para transformar componentes biológicos de la piel. Sin embargo, sus objetivos son distintos. El depilado busca separar el pelo de la piel atacando estructuras de unión en la raíz y la epidermis; el bating busca relajar el pelt ya desenchalado y mejorar la apertura de la fibra para las operaciones posteriores [3].

La queratina del pelo es una proteína muy resistente, rica en enlaces que dificultan su degradación. Por eso, las queratinasas han recibido atención en depilado y en valorización de residuos como plumas y pelo. En cambio, Trypsin Leather Softener se orienta al ablandamiento del pelt; su función principal no es degradar queratina, sino actuar sobre proteínas accesibles que dificultan la suavidad y la movilidad interna [10].



**Figure 3.** 트립신 베이팅은 석회 처리와 탈회 처리 후, 피클링·태닝·후가공 공정 전에 이루어집니다.

Esta distinción es importante para clientes B2B porque evita expectativas incorrectas. Si una curtiduría busca mejorar la suavidad, la caída, el tacto del grano o la uniformidad de penetración tras el desencalado, una tripsina de bating puede ser relevante. Si el objetivo principal es rediseñar el depilado, la literatura técnica apunta a otros sistemas enzimáticos, como proteasas alcalinas o queratinasas, que deben evaluarse como tecnologías diferentes [16].

La tendencia de la investigación no es sustituir una enzima por otra sin criterio, sino ajustar cada biocatalizador al sustrato y al momento de proceso. Estudios recientes sobre combinaciones de proteasas con disolventes eutécticos profundos o sistemas encapsulados muestran que la innovación se dirige a mejorar penetración, selectividad y reducción de impactos, pero cada tecnología conserva un ámbito de aplicación propio [17].

## Beneficios técnicos esperados en una curtiduría

El primer beneficio esperado de Trypsin Leather Softener es la mejora de la suavidad. Al reducir materiales proteicos que restringen el movimiento de los haces de colágeno, el cuero puede desarrollar un tacto más flexible y menos rígido. Este efecto se relaciona con la apertura de la matriz antes de las etapas de curtido y poscurtición, donde el engrase y el acabado terminan de definir la mano final [5].

El segundo beneficio es la preparación más uniforme para curtido. Una matriz demasiado compacta puede dificultar la penetración homogénea de curtientes y otros productos. Cuando el bating reduce barreras interfibrilares, el baño puede distribuirse con mayor regularidad, lo que contribuye a una

respuesta más consistente en curtido, recurtido, teñido y engrase <sup>[4]</sup>.

El tercer beneficio es la mejora del tacto del grano. El exceso de proteínas residuales y una apertura irregular pueden generar sensación áspera, rigidez superficial o falta de finura. Un tratamiento enzimático moderado ayuda a suavizar la transición entre capas, siempre que no se produzca sobretratamiento ni daño superficial <sup>[3]</sup>.

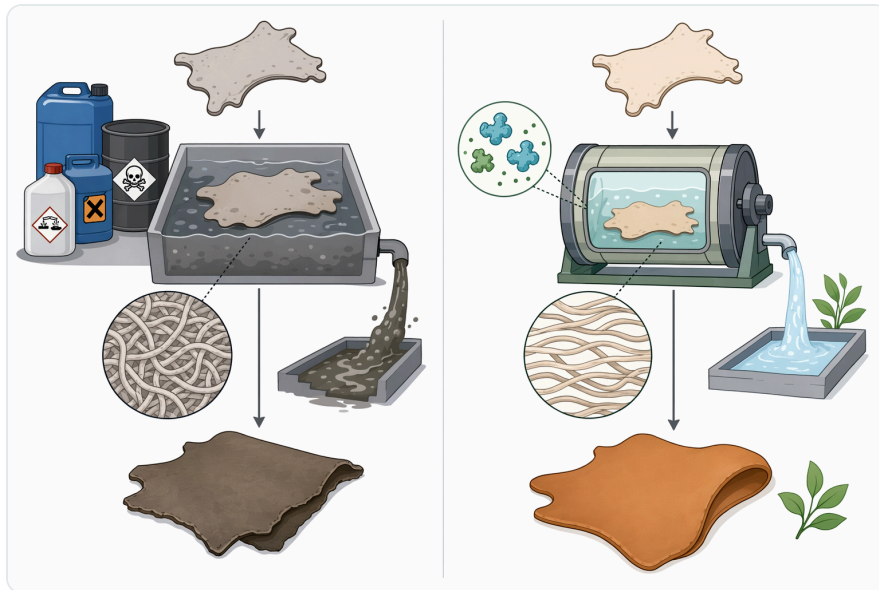
El cuarto beneficio es la compatibilidad con estrategias de procesamiento más limpio. Las enzimas actúan como catalizadores biológicos y pueden reducir la necesidad de algunas condiciones químicas severas en operaciones específicas. Esto no convierte a una enzima en una solución ambiental completa, pero sí la sitúa dentro de la tendencia hacia procesos de ribera más selectivos y controlables <sup>[12]</sup>.

El quinto beneficio es la posibilidad de ajustar la respuesta del pelt sin depender únicamente de acción mecánica o lubricación posterior. La lubricación mejora el deslizamiento entre fibras una vez que el cuero ha avanzado en el proceso, mientras que la tripsina trabaja antes sobre componentes proteicos que condicionan la apertura inicial de la estructura <sup>[11]</sup>.

## **Limitaciones: qué no debe esperarse de la tripsina**

---

Trypsin Leather Softener no corrige por sí solo problemas graves de remojo, encalado, desencalado o clasificación de piel. Si el pelt llega con hinchamiento irregular, restos químicos mal eliminados o diferencias marcadas de espesor y compactación, la enzima puede actuar de forma desigual. En estos casos, el resultado depende tanto de la condición previa del material como de la propia actividad proteolítica <sup>[2]</sup>.



**Figure 4.** 가죽용 프로테아제는 적용 공정 단계, 주된 기질, 작용 강도, 주의점이 서로 다르며, 트립신은 제어된 베이팅용 프로테아제로 사용됩니다.

Tampoco debe considerarse una enzima universal para todo tipo de cuero. Los artículos blandos, firmes, plena flor, corregidos, tapicería, confección o calzado pueden requerir grados distintos de apertura, caída y resistencia. Una formulación que produce un tacto adecuado en un artículo puede ser excesiva o insuficiente en otro si se mantiene sin ajustes de proceso [4].

Otra limitación es el riesgo de sobrebating. La proteólisis excesiva puede debilitar la estructura, afectar el grano o generar soltura indeseada. La literatura sobre proteasas con actividad sobre colágeno y elastina muestra que el entorno de proceso puede modificar la intensidad y dirección de la acción proteolítica, por lo que el control global del baño es tan importante como la elección de la enzima [7].

Además, el impacto ambiental de una curtiduría no depende solo del bating. Sal, sulfuro, cal, consumo de agua, energía, curtientes, colorantes, engrases, sólidos, lodos y tratamiento de efluentes forman parte de la carga total. La enzima puede contribuir a un proceso más selectivo, pero no reemplaza una gestión integral de planta [12].

## Variables de proceso que influyen en el desempeño

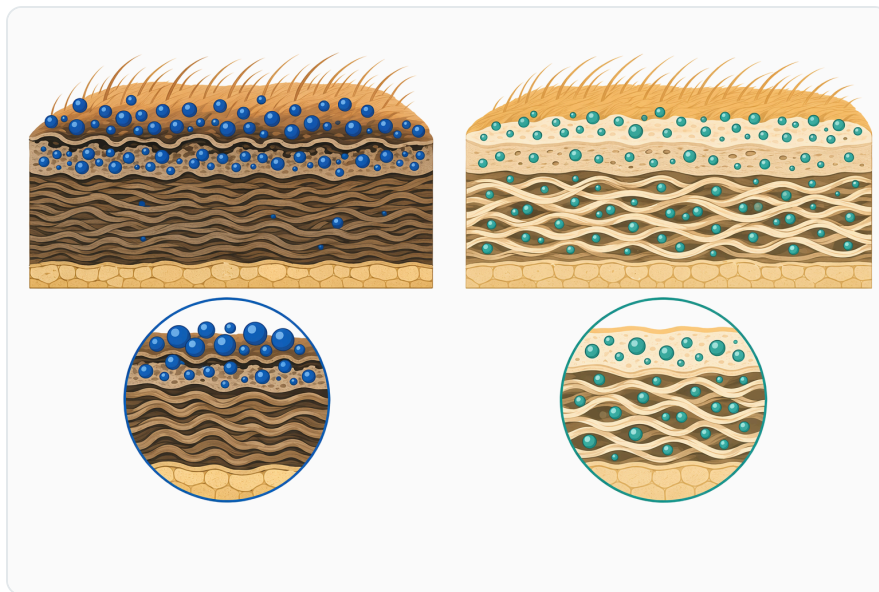
El estado del pelt antes del tratamiento es una variable crítica. Un desencalado incompleto puede alterar la distribución de la enzima y limitar su acción en zonas internas. Por el contrario, un pelt excesivamente abierto o debilitado puede responder con demasiada rapidez. La tripsina debe entrar en una matriz preparada, no compensar desequilibrios importantes de etapas anteriores .

El pH y la temperatura influyen en la conformación de la enzima y en la disponibilidad del sustrato. La tripsina, como proteasa, necesita condiciones compatibles con su estructura activa; fuera de ese entorno, puede perder eficacia o comportarse de forma menos predecible. La recomendación práctica es integrarla dentro del rango de bating ya validado por la curtiduría, sin tratarla como un aditivo independiente del sistema [1].

El tiempo de contacto y la acción mecánica determinan la profundidad y uniformidad del efecto. El tambor ayuda a distribuir la enzima, renovar la superficie de contacto y favorecer la eliminación de fragmentos proteicos. Sin embargo, más tiempo o más movimiento no siempre significa mejor cuero: una acción prolongada puede cruzar el límite entre ablandamiento útil y degradación no deseada [3].

La especie, el espesor y el origen de la piel también importan. Piel de oveja, cabra y bovino difieren en densidad, distribución de grasa, estructura de fibra y sensibilidad superficial. Los estudios de proteasas en diferentes pieles muestran que la respuesta al tratamiento enzimático no es idéntica entre especies, lo que explica por qué el proceso debe adaptarse al material real [18].

La composición del baño puede modificar la acción proteolítica. Tensioactivos, sales, auxiliares y residuos de etapas anteriores pueden afectar la interacción enzima-sustrato. La evidencia sobre tensioactivos y actividades colagenolíticas o elastinolíticas confirma que el entorno químico puede intensificar o reducir determinados efectos de las proteasas [7].



**Figure 5.** 효소가 균일하게 침투하면 표면의 과처리를 피하면서 원피 단면 전체에서 섬유 개성을 개선할 수 있습니다.

## Relación con sostenibilidad y procesamiento más limpio

---

El interés por las enzimas en cuero forma parte de una transformación más amplia de la industria: sustituir acciones indiscriminadas por procesos más selectivos. En depilado, por ejemplo, las proteasas y queratinasas se estudian como alternativas parciales a sistemas de alta carga química. En bating, la tripsina aporta selectividad para modificar proteínas secundarias con menor agresividad que tratamientos no específicos <sup>[13]</sup>.

La biotecnología no elimina automáticamente todos los impactos ambientales. Una enzima puede reducir la severidad de una operación, mejorar la eficiencia o disminuir ciertos residuos proteicos, pero el balance final depende de la receta completa y del tratamiento de efluentes. Por eso, la afirmación responsable es que Trypsin Leather Softener puede apoyar estrategias de procesamiento más limpio, no reemplazar la gestión ambiental de una curtiduría <sup>[2]</sup>.

La investigación sobre valorización de residuos queratínicos, como plumas o pelo, muestra otra dimensión de la sostenibilidad: transformar residuos proteicos en productos útiles mediante enzimas. Aunque esa línea se relaciona más con queratinasas que con tripsina de bating, refuerza la importancia de seleccionar enzimas según el sustrato y de integrar la biocatálisis en sistemas industriales concretos <sup>[12]</sup>.

En cuero terminado, la suavidad también depende de engrases y acabado. Estudios recientes sobre aceites aniónicos en cuero de tapicería muestran que la lubricación sigue siendo central para recuperar o mejorar flexibilidad. Esto confirma que el bating enzimático debe verse como una etapa preparatoria: facilita la estructura, pero no sustituye todas las operaciones que definen la mano final <sup>[11]</sup>.

## Aplicaciones realistas de Trypsin Leather Softener

---

La aplicación principal es el **bating de pieles desencaladas**. En esta etapa, Trypsin Leather Softener ayuda a reducir dureza residual y a mejorar la apertura de fibra antes del curtido. Es especialmente relevante cuando el objetivo es obtener cueros con mejor tacto, mayor flexibilidad y respuesta más uniforme en las operaciones húmedas posteriores .

Otra aplicación es la preparación del pelt para **curtido y recurtido más homogéneos**. Al reducir materiales que obstruyen la matriz, la enzima puede facilitar una distribución más regular de los productos de proceso. Esto puede ser importante en artículos donde la uniformidad de color, plenitud y tacto depende de una penetración equilibrada <sup>[4]</sup>.

También puede contribuir a mejorar la **calidad organoléptica** del cuero: tacto, suavidad, caída y finura superficial. Estos atributos no se generan por un solo insumo, pero el bating condiciona la base estructural sobre la que actuarán el engrase, el secado y el acabado. Por ello, una enzima de bating bien incorporada puede tener efecto visible en el cuero final [5].



Figure 6. 트립신 베이팅은 부드러움, 더 깨끗한 은면 촉감, 더 균일한 처리액 이동, 그리고 태닝·염색·재태닝·가지 공정에 대한 준비성 향상에 기여합니다.

En contextos de modernización de ribera, Trypsin Leather Softener puede formar parte de un enfoque que combine enzimas, control químico y operación mecánica. La literatura sobre proteasas industriales respalda su valor como biocatalizadores versátiles, pero la aplicación en cuero exige diferenciar cuidadosamente entre depilado, bating, desengrase y otras etapas [6].

## Suministro por Enzymes.bio

Enzymes.bio ofrece **Leather Processing Enzyme: Trypsin Leather Softener** como producto para procesamiento de cuero disponible mediante compra directa en línea. La unidad comercial indicada es de **1 kg**, y el producto se suministra con la documentación correspondiente al pedido, incluyendo Certificado de Análisis y Ficha de Datos de Seguridad .

El rol de Enzymes.bio es el de proveedor. La empresa no debe interpretarse como fabricante, laboratorio de ensayo ni curtiduría que valide el proceso del cliente. La información técnica sobre la función de la tripsina ayuda a comprender su uso en bating, pero la integración operativa corresponde a los controles internos de producción de cada comprador .

Para clientes B2B que ya trabajan con bating enzimático, Trypsin Leather Softener representa una opción técnica centrada en suavidad, apertura de fibra y preparación del pelt. Su valor está en la hidrólisis controlada de proteínas no colagénicas y materiales interfibrilares, no en una promesa genérica de “mejor cuero” sin relación con el proceso real .

## Conclusión

---

Trypsin Leather Softener es una enzima de cuero basada en tripsina para el bating posterior al desenchalado. Su función técnica es hidrolizar de forma selectiva proteínas no colagénicas y materiales interfibrilares accesibles, con el fin de relajar la estructura del pelt, mejorar la suavidad y favorecer una preparación más uniforme para curtido, recurtido, teñido, engrase y acabado húmedo <sup>[1]</sup>.

La evidencia disponible sobre proteasas en cuero respalda el papel de las enzimas como herramientas de procesamiento más selectivas, especialmente en operaciones de ribera y ablandamiento. Sin embargo, cada proteasa tiene un campo de aplicación propio: la tripsina de bating no es lo mismo que una queratinasa de depilado ni que un agente de lubricación poscurtición <sup>[10]</sup>.

Usado dentro de un proceso controlado, Trypsin Leather Softener puede ayudar a obtener cueros más suaves y homogéneos sin convertir la proteólisis en una degradación indiscriminada. Enzymes.bio lo suministra en unidades de 1 kg para compra directa en línea, con CoA y SDS incluidos junto con el pedido .

### Pedir Leather Processing Enzyme: Trypsin Leather Softener 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 Leather Processing Enzyme: Trypsin Leather Softener →](#)

## 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. Matinfar, A., Dezfulian, M., Haghighipour, N., Kurdtabar, M., & Pourbabaei, A. (2022). Replacement of Trypsin by Proteases for Medical Applications. *Iranian journal of pharmaceutical research*, 21.
2. Ibrahim, N. A., Azid, S. Z. A., & Al-Amsyar, S. M. (2019). Eco-friendly enzymatic dehairing on animal hides.

3. Sivasubramanian, S., Manohar, B. M., & Puvanakrishnan, R. (2008). Mechanism of enzymatic dehairing of skins using a bacterial alkaline protease.. *Chemosphere*, 70 6, 1025-34 .
4. Danylkovych, A., & Lishchuk, V. (2016). An improvement of the technology of manufacturing supple leather through enzymatic plasticizing of a structured semi-finished product. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4, 18-22.
5. Covington, A. (1995). The Mechanism Of Chemical Softening By Lubrication. *Leather Science and Engineering*.
6. Ali, D., Rana, A., Rasool, H., & Masood, M. (2017). PROTEASE: AN ENZYME WITH MUTIPLE INDUSTRIAL APPLICATIONS (REVIEW).
7. Yanhong, L., Luo, F., Biyu, P., & Bingbin, X. (2015). Impact of typical surfactants on the collagenolytic and elastinolytic activities of proteases. *Journal of The American Leather Chemists Association*, 110, 227-236.
8. Arunachalam, B., Dhathathreyan, A., & Palanisamy, T. (2025). Protease encapsulated liposomes for twin benefits: a green approach to unhairing and soft leather production. *Journal of liposome research*, 35, 370 - 381.
9. Zhou, C., Qin, H., Chen, X., Zhang, Y., Xue, Y., & Ma, Y. (2018). A novel alkaline protease from alkaliphilic *Idiomarina* sp. C9-1 with potential application for eco-friendly enzymatic dehairing in the leather industry. *Scientific Reports*, 8.
10. Gupta, R., & Ramnani, P. (2006). Microbial keratinases and their prospective applications: an overview. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 70, 21-33.
11. Robbika, F., Adetya, N. P., Abdullah, S. S., Rahmawati, A., & Susanto, H. (2024). THE EFFECT OF ANIONIC OIL ON THE SOFTENING PROCESS OF OLD STOCK UPHOLSTERY LEATHER USING PADDING METHOD. *Berkala Penelitian Teknologi Kulit, Sepatu, dan Produk Kulit*.
12. Akhter, M., Marzan, L. W., Akter, Y., & Shimizu, K. (2020). Microbial Bioremediation of Feather Waste for Keratinase Production: An Outstanding Solution for Leather Dehairing in Tanneries. *Microbiology Insights*, 13.
13. Akhtar, M. A., Butt, M., Afroz, A., Rasul, F., Irfan, M., Sajjad, M., & Zeeshan, N. (2024). Approach towards sustainable leather: Characterization and effective industrial application of proteases from *Bacillus* sps. for ecofriendly dehairing of leather hide.. *International Journal of Biological Macromolecules*, 131154 .
14. Briki, S., Hamdi, O., & Landoulsi, A. (2016). Enzymatic dehairing of goat skins using alkaline protease from *Bacillus* sp. SB12.. *Protein Expression and Purification*, 121, 9-16 .
15. Hamza, T. A. (2017). Bacterial Protease Enzyme : Safe and Good Alternative for Industrial and Commercial Use.
16. Zambare, V., Nilegaonkar, S., & Kanekar, P. (2007). Production of an alkaline protease by *Bacillus cereus* MCM B-326 and its application as a dehairing agent. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 23, 1569-1574.
17. Xiao, Y., Dai, R., Zhou, J., Yang, Q., & Chen, H. (2025). Synergistic effect of choline chloride/ethylene glycol deep eutectic solvent with protease for eco-friendly leather dehairing.. *International Journal of Biological Macromolecules*, 149507 .
18. Fitriyanto, N., Musthofiyah, M., Muhlisin, M., Pertiwinigrum, A., Kurniawati, N., Prasetyo, R. A., Azkariahman, A. R., ... et al. (2021). Enzymatic activity of alkaline protease from *Bacillus cereus* TD5B and its application as sheep skin dehairing agent. *Leather and Footwear Journal*.

## 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.