

# Bone Protein Hydrolyzing Enzyme para hidrólisis de proteínas óseas, péptidos de colágeno y valorización de subproductos animales

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

**Bone Protein Hydrolyzing Enzyme** es una proteasa de procesamiento diseñada para ayudar a convertir proteínas óseas —incluidas fracciones ricas en colágeno, gelatina residual y proteínas de matriz— en péptidos y aminoácidos más manejables dentro de una línea industrial. Enzymes.bio la ofrece como enzima para hidrólisis de proteínas óseas, con venta directa en línea en unidades de 1 kg; el CoA y la SDS se proporcionan junto con el pedido .

## Qué es Bone Protein Hydrolyzing Enzyme y dónde encaja

Bone Protein Hydrolyzing Enzyme debe entenderse como una herramienta de proceso, no como un ingrediente terminado ni como un producto de consumo directo. Su función técnica es catalizar la ruptura de enlaces peptídicos en proteínas presentes en huesos animales previamente preparados, de modo que una parte de la fracción orgánica pase de estructuras poco solubles a péptidos solubles o dispersables. Enzymes.bio agrupa este tipo de producto dentro de las enzimas para hidrólisis de proteínas, una categoría orientada a transformar materias primas proteicas en hidrolizados mediante proteasas .

La materia prima ósea es especialmente compleja porque no se comporta como una proteína purificada. El hueso combina una fase mineral rígida, fibras de colágeno, proteínas no colagénicas, grasa adherida, tejido conectivo y sólidos insolubles; por eso, la enzima no “licua” el hueso completo, sino que actúa sobre la fracción proteica accesible. En una operación real, la hidrólisis enzimática forma parte de una secuencia que puede incluir molienda, hidratación, calentamiento controlado, separación de grasa, clarificación, concentración y secado del hidrolizado.

Desde el punto de vista B2B, el valor de esta enzima está en mejorar el aprovechamiento de subproductos animales que contienen proteína pero son difíciles de transformar por medios puramente mecánicos. Norilia describe un enfoque industrial de conversión “de huesos a proteínas” en

el que los huesos avícolas se muelen, se mezclan con agua y enzimas, y luego se separan fracciones como proteína, grasa y minerales; ese esquema ilustra por qué la proteólisis se usa como etapa de valorización y no como operación aislada <sup>[1]</sup>.

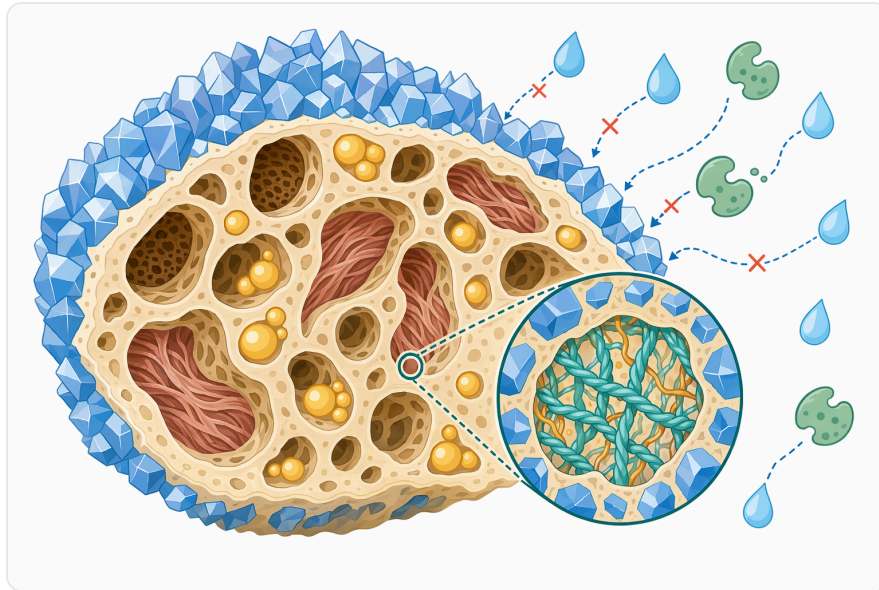
Enzymes.bio actúa como proveedor en línea de esta enzima; no debe presentarse como fabricante ni como laboratorio de análisis. El formato comercial indicado para Bone Protein Hydrolyzing Enzyme es una unidad de 1 kg, con documentación asociada al pedido, incluyendo CoA y SDS, lo que lo sitúa como insumo técnico para usuarios industriales que ya cuentan con sus propios controles de proceso y de calidad .

## **Mecanismo: cómo una proteasa transforma la matriz proteica del hueso**

---

Las proteasas catalizan la hidrólisis de enlaces peptídicos, es decir, incorporan agua en puntos específicos de la cadena proteica para dividirla en fragmentos más cortos. En hueso, el sustrato más relevante suele ser el colágeno de la matriz orgánica, junto con proteínas estructurales asociadas al tejido conectivo. Cuando la enzima encuentra regiones accesibles de esas proteínas, reduce el tamaño molecular de la fracción orgánica y genera péptidos, polipéptidos cortos y aminoácidos libres o parcialmente liberados.

La dificultad técnica no está solo en cortar enlaces peptídicos, sino en que la enzima llegue a ellos. La fase mineral y la compactación del tejido limitan la difusión; la grasa puede recubrir superficies y reducir el contacto enzima-sustrato; y el tamaño de partícula determina cuánta superficie queda disponible. Por eso, una misma proteasa puede producir resultados muy distintos si se aplica a hueso entero, hueso molido, hueso cocido, hueso desgrasado o una suspensión con diferente contenido de sólidos.



**Figure 1.** 동물 뼈는 미네랄과 지방이 콜라겐이 풍부한 단백질에 효소가 접근하는 것을 제한할 수 있는 복합 기질입니다.

La investigación biomédica ofrece una analogía útil: en estudios de tejido óseo y médula ósea, la digestión con colagenasa se ha utilizado para liberar células desde hueso trabecular humano, lo que demuestra que la ruptura enzimática de componentes de matriz puede abrir estructuras tisulares y separar material biológico previamente atrapado [2]. Aunque el objetivo industrial no es aislar células, el principio físico-químico es comparable: degradar selectivamente proteínas de matriz para liberar o solubilizar fracciones que antes estaban retenidas en una arquitectura insoluble.

Otra línea de evidencia procede de biopsias de médula ósea, donde la digestión con colagenasa permitió obtener suspensiones celulares a partir de muestras sólidas de trepanación [3]. Este tipo de trabajo no define un proceso alimentario ni una aplicación de ingredientes, pero sí confirma que las proteasas capaces de atacar matriz colagénica pueden convertir una estructura biológica compacta en una suspensión más manejable. En procesamiento de huesos, ese mismo concepto se traduce en mejorar la transferencia de proteína hacia la fase líquida.

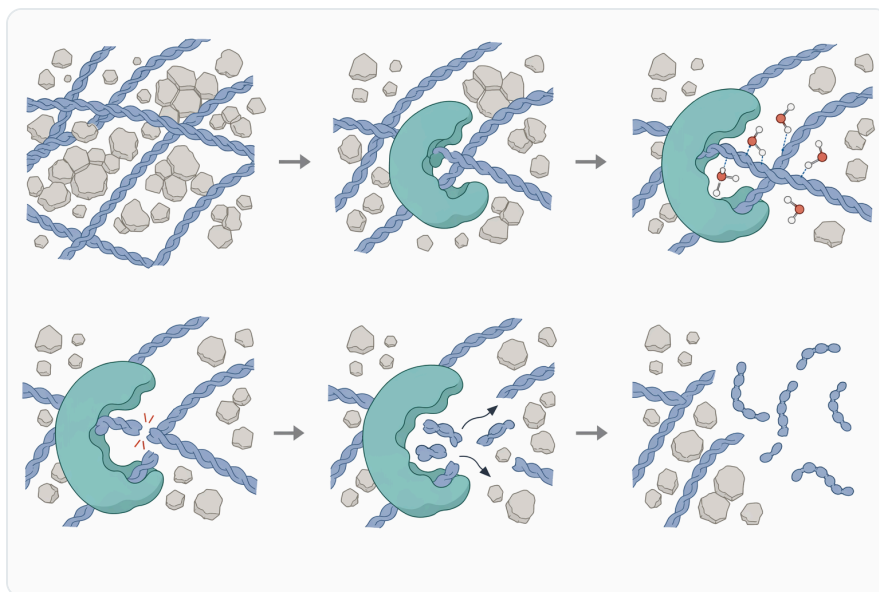
La hidrólisis enzimática tampoco debe confundirse con desmineralización. Si el objetivo es un hidrolizado proteico, la enzima trabaja sobre cadenas orgánicas; la fracción mineral permanece como sólido o como parte de una corriente separable, salvo que el proceso incluya etapas específicas para modificarla. En materiales de fosfato cálcico, se ha observado que la composición mineral influye en la resorción y en la generación ósea, lo que recuerda que proteína y mineral son fracciones funcionalmente distintas y deben gestionarse con operaciones distintas [4].

## Por qué el hueso es una materia prima difícil pero valiosa

El hueso es una materia prima de interés porque contiene proteína estructural, especialmente colágeno, pero su valor no se recupera fácilmente sin una estrategia de proceso. A diferencia de una harina proteica ya soluble, la proteína ósea está incrustada en una matriz mineral y suele coexistir con grasa, restos de tejido conectivo y partículas duras. Esa combinación explica por qué el rendimiento de hidrólisis depende tanto del acondicionamiento físico como de la elección de la enzima.

La conversión enzimática puede aumentar la fracción soluble al reducir el tamaño de las proteínas. En términos prácticos, un péptido corto se hidrata y dispersa mejor que una fibra de colágeno intacta; además, puede separarse con mayor facilidad de sólidos minerales mediante operaciones físicas. Sin embargo, si la matriz no se prepara correctamente, la enzima puede quedar actuando solo sobre la superficie externa de las partículas, dejando proteína atrapada en el interior.

La experiencia industrial descrita para huesos avícolas muestra una lógica de fraccionamiento: primero se facilita la conversión mediante agua y enzimas, y luego se separan corrientes de proteína, grasa y minerales <sup>[1]</sup>. Esta secuencia es importante porque evita una interpretación excesiva de la enzima. Bone Protein Hydrolyzing Enzyme no sustituye una centrifuga, un decantador, un filtro o un secador; su papel es modificar la fracción proteica para que esas etapas posteriores tengan una corriente más aprovechable.



**Figure 2.** 프로테아제 가수분해는 뼈 관련 단백질의 펩타이드 결합을 절단하여 큰 콜라겐 구조를 더 짧고 용해성 있는 펩타이드로 분해합니다.

La variabilidad de la materia prima también influye. Huesos de ave, bovino, porcino u ovino no tienen la misma densidad, proporción de tejido adherido, grasa, colágeno o mineralización; además, el historial térmico modifica la estructura de las proteínas. La gelatina, derivada del colágeno, muestra cambios de propiedades según las condiciones de secado, incluyendo variaciones de anfilicidad, lo que ilustra cómo el procesamiento puede alterar el comportamiento superficial y funcional de materiales colagénicos <sup>[5]</sup>.

## Aplicaciones B2B principales

---

### Producción de hidrolizados proteicos de hueso

La aplicación más directa de Bone Protein Hydrolyzing Enzyme es la producción de hidrolizados proteicos derivados de huesos. Estos hidrolizados pueden contener péptidos de colágeno, fragmentos de proteínas de matriz y aminoácidos, dependiendo de la materia prima y del grado de hidrólisis alcanzado. Enzymes.bio presenta el producto precisamente como una enzima hidrolizante de proteínas óseas orientada a la producción de péptidos y aminoácidos derivados de hueso .

En una línea industrial, el hidrolizado puede ser una corriente intermedia que luego se concentra, seca o incorpora a formulaciones técnicas. La viabilidad final depende de la especie de origen, la normativa aplicable, la trazabilidad del subproducto animal, los controles de inocuidad y las especificaciones internas del usuario. La enzima mejora la conversión proteica, pero no define por sí sola si el producto final será apto para una aplicación alimentaria, nutricional, pet food, fertilizante, cosmética o técnica.

### Péptidos de colágeno y gelatina residual

Las matrices óseas ricas en colágeno pueden generar péptidos relacionados con colágeno cuando se someten a hidrólisis proteolítica. Este punto conecta con el uso extendido de gelatina y colágeno en biomateriales: por ejemplo, se han estudiado andamios compuestos de gelatina y vidrio bioactivo para favorecer migración y diferenciación odontogénica de células mesenquimales de médula ósea <sup>[6]</sup>. Aunque esa aplicación pertenece a investigación biomédica y no a procesamiento industrial de hidrolizados, muestra la relevancia funcional de materiales derivados de colágeno.

Para fines industriales, lo importante es que el colágeno intacto, la gelatina parcialmente transformada y los péptidos de colágeno tienen comportamientos diferentes. El colágeno fibrilar es poco soluble; la gelatina tiene mayor capacidad de hidratación; y los péptidos más cortos se dispersan con más facilidad. Bone Protein Hydrolyzing Enzyme se usa precisamente para desplazar la materia prima hacia fracciones más pequeñas, sin que eso implique automáticamente una propiedad biológica específica en el producto final.

## Valorización de subproductos animales

La hidrólisis enzimática permite convertir una corriente de bajo valor —huesos, recortes óseos o residuos con matriz proteica— en fracciones separables. La corriente proteica puede concentrarse, la grasa puede recuperarse por separado y la fracción mineral puede destinarse a otros usos según regulación y diseño de planta. El ejemplo de Norilia sobre procesamiento de huesos avícolas destaca esta separación posterior de proteína, grasa y minerales tras la acción de agua y enzimas <sup>[1]</sup>.



**Figure 3.** 입자 크기 축소, 가열 조절, 탈지, 선택적 탈회와 같은 기질 준비 단계는 뼈 단백질이 프로테아제 작용을 받기 쉽게 만듭니다.

Este enfoque encaja con estrategias de economía circular, pero conviene evitar afirmaciones absolutas como “cero residuos”. La enzima no elimina la necesidad de gestionar corrientes insolubles, carga mineral, olor, grasa, variabilidad microbiológica o requisitos regulatorios. Su aporte es concreto: facilita la conversión de una parte de la proteína estructural en moléculas más pequeñas y recuperables.

## Nutrición animal, pet food y formulaciones técnicas

Los hidrolizados proteicos de origen animal pueden ser relevantes en pet food y nutrición animal cuando se buscan fuentes de nitrógeno, péptidos y perfiles organolépticos específicos. En estos usos, el control de minerales es especialmente importante porque el hueso aporta una fracción inorgánica que puede afectar la composición final. La hidrólisis ayuda con la proteína, pero la formulación final debe equilibrar cenizas, grasa, humedad, digestibilidad y requisitos legales.

En formulaciones técnicas, los hidrolizados también pueden funcionar como fuente de péptidos o aminoácidos para aplicaciones no alimentarias. Sin embargo, la idoneidad depende de criterios externos a la enzima: origen animal permitido, proceso térmico, separación, estabilidad, olor, color y

compatibilidad con otros ingredientes. Bone Protein Hydrolyzing Enzyme no debe presentarse como garantía de funcionalidad final, sino como una herramienta para generar una fracción proteica hidrolizada.

## Investigación de péptidos funcionales y unión mineral

Los péptidos pueden interactuar con minerales mediante grupos carboxilo, amino, fosfato u otras funciones químicas, dependiendo de su secuencia y composición. La investigación con caseinofosfopéptidos ha mostrado efectos directos sobre crecimiento y diferenciación de células osteoblásticas in vitro, lo que confirma que algunos péptidos fosforilados pueden tener interacciones biológicas relacionadas con calcio y hueso [7]. Esta evidencia no procede de hueso hidrolizado, por lo que debe usarse solo como contexto científico.

Más recientemente, se ha estudiado el impacto de caseinofosfopéptidos digeridos sobre el transporte intestinal de calcio in vitro [8]. Para un formulador, la conclusión prudente es que la química péptido-mineral es un campo real, pero cada hidrolizado óseo debe caracterizarse por sus propios datos. No es correcto transferir directamente resultados de caseína a péptidos de hueso sin validación específica.

## Comparación de enfoques de procesamiento

La hidrólisis enzimática rara vez compete de forma aislada con molienda, calor o separación física; normalmente se combina con ellas. La tabla resume cómo encaja Bone Protein Hydrolyzing Enzyme frente a otras rutas de tratamiento.

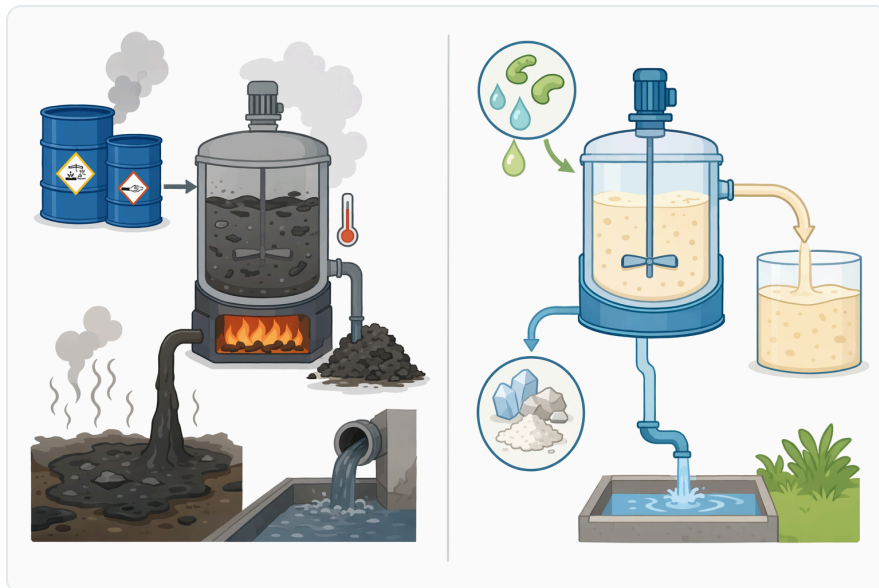


Figure 4. 산성, 중성, 알칼리성 프로테아제 환경은 서로 다른 기질 구조 개방, 용해화 양상, 펩타이드 프로파일을 만들어낼 수 있습니다.

Enfoque de proceso	Qué transforma principalmente	Ventaja técnica	Limitación principal	Papel frente a proteína ósea
Molienda y reducción de tamaño	Geometría de partícula	Aumenta superficie y facilita mezcla	No rompe químicamente proteínas	Prepara el sustrato para que la enzima tenga más contacto
Tratamiento térmico	Estructura física, grasa, carga microbiana según proceso	Puede ablandar tejidos y facilitar separación	Puede modificar proteínas y afectar funcionalidad	Acondiciona la matriz, pero no sustituye la proteólisis
Separación física	Grasa, sólidos, fracción líquida	Divide corrientes recuperables	No genera péptidos por sí misma	Recupera lo que la hidrólisis vuelve soluble
Hidrólisis enzimática con proteasa	Enlaces peptídicos de proteínas accesibles	Convierte proteínas grandes en péptidos y aminoácidos	Depende de accesibilidad, pH, temperatura, tiempo y matriz	Es la etapa central para producir hidrolizado proteico
Procesos combinados	Proteína, grasa, mineral y sólidos	Permiten fraccionamiento más completo	Requieren validación de planta	La enzima funciona mejor integrada en una línea completa

El enfoque combinado es el más realista porque el hueso contiene varias fases. Un proceso que solo muele puede dejar proteína sin solubilizar; uno que solo calienta puede extraer gelatina o grasa pero no controlar el perfil peptídico; uno que solo añade enzima a partículas grandes puede desperdiciar actividad por falta de acceso. La práctica descrita para conversión industrial de huesos a proteínas utiliza precisamente una secuencia de preparación, acción enzimática y separación de fracciones <sup>[1]</sup>.

## Variables de proceso que determinan el resultado

La primera variable es el tamaño y estado de la materia prima. A menor tamaño de partícula, mayor superficie disponible, aunque una molienda excesiva puede complicar filtración y separación de sólidos. La enzima necesita contacto con agua, sustrato y condiciones compatibles; por eso, la hidratación no es un detalle menor, sino el medio que permite difusión y reacción.

La segunda variable es la accesibilidad de la proteína. La grasa superficial puede impedir que la proteasa llegue al colágeno; el mineral puede encapsular fibras; y el tratamiento térmico previo puede aumentar o reducir la disponibilidad de enlaces según el historial del material. En tejidos

mineralizados, la matriz extracelular requiere degradación localizada para liberar componentes, como muestran estudios donde la digestión enzimática permitió recuperar células desde hueso trabecular o biopsias sólidas [2].

La tercera variable es el equilibrio entre hidrólisis suficiente y sobrehidrólisis. Una hidrólisis corta puede dejar proteína de alto peso molecular y baja solubilidad; una hidrólisis prolongada puede producir péptidos demasiado pequeños, alterar sabor, aumentar amargor o modificar propiedades funcionales. El objetivo industrial no es “hidrolizar al máximo”, sino alcanzar el perfil adecuado para la aplicación prevista.

La cuarta variable es la separación posterior. Después de la reacción, la suspensión puede contener péptidos solubles, grasa, minerales, partículas insolubles y enzima residual desactivada o retenida en la matriz. La calidad del hidrolizado depende tanto de la reacción como de la claridad de separación; por eso, la proteasa debe evaluarse junto con centrifugación, decantación, filtración, evaporación o secado, según la línea disponible.

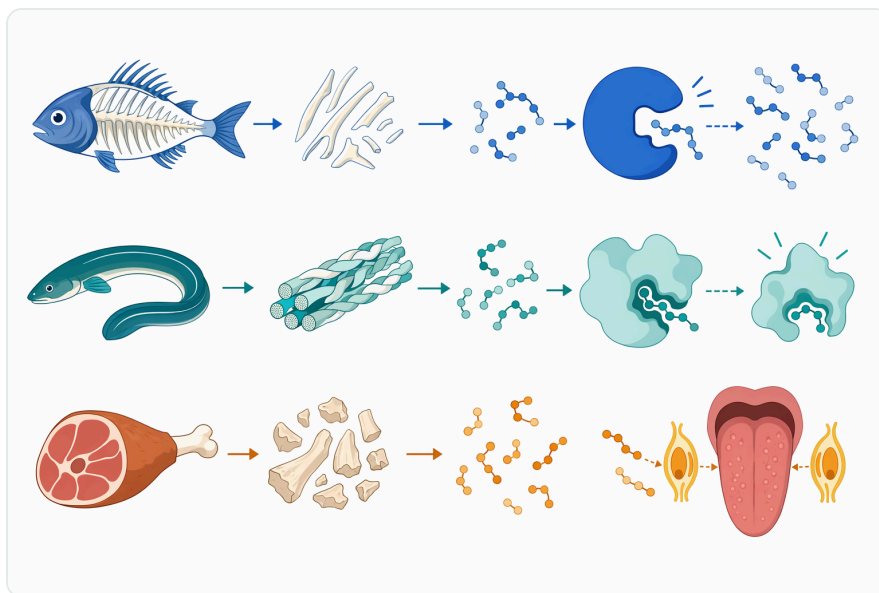


Figure 5. 어류, 장어, 돼지에서 유래한 뼈 기질은 효소적으로 생성되는 기능성 또는 감각 특성 펩타이드의 공급원으로 연구되어 왔습니다.

## Qué beneficios técnicos son razonables

El beneficio más directo es aumentar la fracción proteica soluble o dispersable. Al cortar proteínas estructurales, Bone Protein Hydrolyzing Enzyme reduce el tamaño molecular y facilita que parte de la proteína pase a la fase líquida. Enzymes.bio describe el producto como orientado a obtener péptidos y aminoácidos a partir de proteína ósea, lo que coincide con esta lógica de conversión proteolítica .

Un segundo beneficio es mejorar la valorización de subproductos. Cuando los huesos se tratan solo como residuo mineral o material de bajo valor, se desaprovecha parte de su contenido orgánico. La hidrólisis enzimática ofrece una vía para recuperar esa fracción como hidrolizado, siempre que la planta cuente con separación y controles adecuados.

Un tercer beneficio es la flexibilidad de formulación. Los péptidos hidrolizados pueden comportarse de forma distinta a las proteínas nativas en solubilidad, dispersabilidad, viscosidad, sabor y compatibilidad con otros ingredientes. No obstante, esas propiedades deben medirse en el producto final; la enzima genera el cambio molecular, pero no garantiza por sí sola un perfil sensorial o funcional concreto.

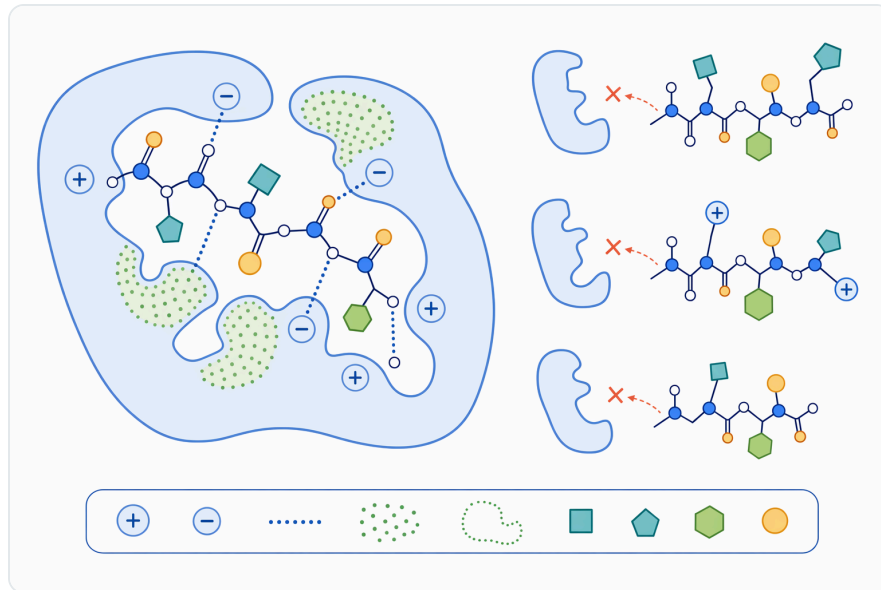
Un cuarto beneficio es permitir procesos más selectivos que tratamientos químicos agresivos. Las enzimas actúan sobre enlaces específicos bajo condiciones controladas, lo que puede ayudar a preservar ciertas características de la fracción proteica. Aun así, en hueso real la selectividad se ve condicionada por difusión, grasa, mineral y estado térmico de la materia prima.

## Límites técnicos y comunicación responsable

---

Bone Protein Hydrolyzing Enzyme no debe comunicarse como solución universal para todos los huesos ni como sustituto de validación industrial. La enzima actúa sobre proteína accesible; si el sustrato está mal acondicionado, si la grasa bloquea la superficie o si la separación posterior es insuficiente, el rendimiento puede ser limitado. La hidrólisis es una etapa clave, pero no resuelve por sí sola problemas de materia prima, inocuidad, olor, color, mineralización o estabilidad.

Tampoco debe presentarse como producto de salud. Aunque ciertos péptidos pueden mostrar actividades *in vitro* o interacciones con minerales, esas observaciones no equivalen a efectos clínicos en humanos o animales. La investigación sobre caseinofosfopéptidos y células osteoblásticas, por ejemplo, es útil para entender que algunos péptidos pueden interactuar con sistemas relacionados con calcio, pero no autoriza a atribuir beneficios óseos directos a cualquier hidrolizado de hueso <sup>[7]</sup>.



**Figure 6.** 펩타이드의 기능은 전체 가수분해 단백질 함량만이 아니라 서열, 크기, 분자적 적합성에 따라 달라집니다.

La investigación en biomateriales óseos y matrices colagénicas también debe interpretarse con precisión. Que una gelatina o un compuesto bioactivo influya en comportamiento celular en un andamio no significa que un hidrolizado industrial tenga la misma función. Los estudios sobre gelatina y vidrio bioactivo pertenecen a contextos controlados de ingeniería tisular, no a claims comerciales generales sobre péptidos de hueso [6].

La variabilidad biológica es otro límite. Productos de matriz ósea desmineralizada han requerido modelos estadísticos para reducir dependencia de ensayos animales, lo que refleja que las matrices derivadas de hueso pueden ser heterogéneas y difíciles de estandarizar [9]. En hidrolizados industriales, esta heterogeneidad se traduce en la necesidad de controlar origen, preparación, reacción y especificaciones internas del producto final.

## Integración práctica en una línea B2B

Una integración típica empieza con huesos o subproductos óseos autorizados, reducción de tamaño, mezcla con agua y acondicionamiento del entorno de reacción. La enzima se incorpora cuando la matriz está suficientemente hidratada y la proteína accesible. Después de la hidrólisis, la línea debe separar grasa, sólidos minerales e insolubles para recuperar la fracción proteica soluble.

El diseño debe considerar que la enzima no define por sí sola el balance de masas. Si el hueso contiene mucha fracción mineral, la corriente insoluble seguirá siendo importante; si contiene grasa adherida, la separación lipídica será crítica; si el material ha sido sometido a tratamientos térmicos intensos, la

respuesta a la proteólisis puede cambiar. Por eso, el desempeño real se evalúa en la matriz específica y con los equipos disponibles.

Para usuarios que ya procesan subproductos animales, Bone Protein Hydrolyzing Enzyme puede añadirse como etapa de conversión proteica dentro de una línea existente. Su función es desplazar parte de la proteína desde una estructura insoluble hacia una fracción peptídica recuperable. El producto se adquiere en línea en formato de 1 kg, con CoA y SDS incluidos con el pedido, lo que facilita su incorporación como insumo documentado en operaciones internas .

## Consideraciones regulatorias y de uso

La aplicación final del hidrolizado no depende únicamente de la enzima. Depende de la especie animal de origen, la categoría regulatoria del subproducto, el país de procesamiento, los tratamientos térmicos, la inocuidad microbiológica, los límites de contaminantes y el uso previsto. Una misma tecnología de hidrólisis puede generar corrientes con destinos muy distintos según el marco legal.



**Figure 7.** 뼈 단백질 가수분해물은 감칠맛 식품, 반려동물 사료 및 사료 시스템, 콜라겐 유래 혼합물, 펩타이드 원료 개발에 활용될 수 있습니다.

Enzymes.bio ofrece Bone Protein Hydrolyzing Enzyme como producto de procesamiento, no como alimento listo para consumo. La documentación de pedido —CoA y SDS— ayuda a identificar el lote y gestionar información de seguridad, pero no reemplaza la validación del proceso ni las autorizaciones que correspondan al hidrolizado final .

También conviene separar claramente tres niveles de afirmación. Primero, la afirmación de proceso: la enzima hidroliza proteínas óseas. Segundo, la afirmación de composición: el usuario puede obtener una fracción con péptidos y aminoácidos si el proceso está bien diseñado. Tercero, la afirmación

funcional o nutricional: solo puede realizarse si existe evidencia específica del hidrolizado final y está permitida por la normativa aplicable.

## Conclusión

---

Bone Protein Hydrolyzing Enzyme es una proteasa especializada para la hidrólisis de proteínas óseas y la obtención de fracciones peptídicas a partir de matrices animales complejas. Su valor técnico está en atacar enlaces peptídicos de proteínas accesibles, especialmente fracciones colagénicas, para facilitar la recuperación de péptidos y aminoácidos dentro de un proceso que también debe gestionar grasa, minerales y sólidos insolubles.

La evidencia disponible respalda el principio de que la digestión enzimática puede abrir matrices colagénicas y mejorar la recuperación de componentes atrapados en tejidos sólidos, mientras que los ejemplos industriales muestran que los huesos pueden fraccionarse en proteína, grasa y minerales mediante procesos que combinan agua, enzimas y separación física <sup>[1]</sup>. Para compradores B2B, la interpretación correcta es práctica: la enzima no sustituye el diseño de planta, pero puede ser una etapa decisiva para convertir hueso difícil de valorizar en una corriente proteica hidrolizada.

Enzymes.bio suministra este producto directamente en línea en unidades de 1 kg, con CoA y SDS proporcionados junto con el pedido. Usado con una materia prima bien preparada y una línea de separación adecuada, Bone Protein Hydrolyzing Enzyme puede apoyar la producción de hidrolizados de proteína ósea, péptidos de colágeno y corrientes proteicas de mayor valor técnico .

### Pedir Bone Protein Hydrolyzing Enzyme 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 Bone Protein Hydrolyzing Enzyme →](#)

## 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. [From Bones To Proteins](#). *Norilia*.

2. Ichinose (2003). COMPARISON OF COLLAGENASE-RELEASED CELLS FROM HUMAN TRABECULAR BONE AND BONE MARROW ASPIRATE-DERIVED MESENCHYMAL STEM CELLS.
3. Ades, C. J., Ablett, G., Collins, R. J., & Bunce, I. (1989). Cell suspensions from collagenase digestion of bone marrow trephine biopsy specimens. *Journal of Clinical Pathology*, 42, 427 - 431.
4. Grover, L., Wright, A., Gbureck, U., Bolarinwa, A., Song, J., Liu, Y., Farrar, D., ... et al. (2013). The effect of amorphous pyrophosphate on calcium phosphate cement resorption and bone generation. *Biomaterials*, 34 28, 6631-7 .
5. Voroshilin, R., Kurbanova, M., Ostapova, E., Makhambetov, E., Petrov, A., & Khelef, M. E. A. (2022). Effect of gelatin drying methods on its amphiphilicity. *Foods and Raw Materials.*
6. Gui-Huang, Xu, L., Wu, J., Wang, S., & Dong, Y. (2021). Gelatin/bioactive glass composite scaffold for promoting the migration and odontogenic differentiation of bone marrow mesenchymal stem cells. *Polymer Testing*, 93, 106915.
7. Tulipano, G., Bulgari, O., Chessa, S., Nardone, A., Cocchi, D., & Caroli, A. (2010). Direct effects of casein phosphopeptides on growth and differentiation of in vitro cultured osteoblastic cells (MC3T3-E1). *Regulatory Peptides*, 160 1-3, 168-74 .
8. Tenenbaum, M., Deracinois, B., Dugardin, C., Auger, J., Baniel, A., Boulrier, A., Flahaut, C., ... et al. (2024). Digested casein phosphopeptides impact intestinal calcium transport in vitro. *Food & Function.*
9. Murray, S., Brochmann, E. J., Harker, J., King, E., Lollis, R. J., & Khaliq, S. A. (2007). A Statistical Model to Allow the Phasing Out of the Animal Testing of Demineralised Bone Matrix Products. *Alternatives to laboratory animals : ATLA*, 35, 405 - 409.


## 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.