

# Neutral Protease for Beer Brewing: proteasa neutra para FAN, fermentación, adjuntos y estabilidad coloidal en cerveza

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

**Neutral Protease for Beer Brewing** es una enzima proteolítica de proceso que se utiliza en cervecería para hidrolizar proteínas de malta y adjuntos, generando péptidos y aminoácidos que pueden contribuir al nitrógeno amino libre del mosto y a una fermentación más estable. Su aplicación es especialmente relevante en recetas con alto uso de adjuntos, maltas variables o necesidad de ajustar la fracción proteica asociada a turbidez, siempre evitando una proteólisis excesiva que pueda afectar espuma y cuerpo <sup>[1]</sup>.

## Qué es una proteasa neutra para elaboración de cerveza

Una proteasa neutra es una enzima que cataliza la hidrólisis de enlaces peptídicos en proteínas, transformando macromoléculas proteicas en péptidos más cortos y aminoácidos libres. En cerveza, esta acción se orienta principalmente a proteínas procedentes de cebada malteada, trigo, otros cereales y adjuntos vegetales; por eso se considera una herramienta de ajuste del perfil nitrogenado y coloidal del mosto, no un sustituto de una maceración bien diseñada ni de una materia prima adecuada <sup>[2]</sup>.

El término “neutra” no significa que la enzima sea inactiva o químicamente indiferente; indica que su ventana de funcionamiento se sitúa alrededor de condiciones compatibles con procesos alimentarios y con fases de maceración donde las proteínas aún son accesibles. En la práctica, su interés cervecero aparece cuando el elaborador necesita aumentar la fracción de nitrógeno soluble, mejorar la disponibilidad de nutrientes para la levadura o modificar proteínas que participan en fenómenos de turbidez <sup>[3]</sup>.

Durante la malteación y la maceración ya existen proteasas endógenas del grano, pero su contribución puede variar por variedad de cebada, nivel de modificación de la malta, almacenamiento, receta y proporción de adjuntos. La adición de una proteasa neutra exógena permite reforzar esa fase

proteolítica cuando la matriz del mosto no libera suficiente nitrógeno asimilable o cuando una receta con adjuntos diluye la contribución natural de la malta [2].

## Mecanismo bioquímico: de proteínas grandes a FAN y péptidos funcionales

Las proteínas de malta y adjuntos son cadenas de aminoácidos plegadas y asociadas, en muchos casos, a otros componentes del mosto. La proteasa neutra reconoce enlaces peptídicos dentro de esas cadenas y los rompe mediante hidrólisis; el resultado es una distribución más amplia de péptidos de menor tamaño y aminoácidos libres. Una parte de estos compuestos contribuye al nitrógeno amino libre, conocido en la industria como FAN, que la levadura puede utilizar durante crecimiento, fermentación y mantenimiento metabólico [3].

El efecto no debe interpretarse como una simple “destrucción de proteína”. La cerveza depende de un equilibrio: demasiadas proteínas grandes pueden favorecer turbidez o sedimentación, pero ciertas proteínas y polipéptidos son importantes para espuma, cuerpo y textura. Por eso, una proteasa neutra bien integrada no busca eliminar la fracción proteica, sino desplazarla hacia formas más útiles para la fermentación y menos problemáticas para la estabilidad visual [4].

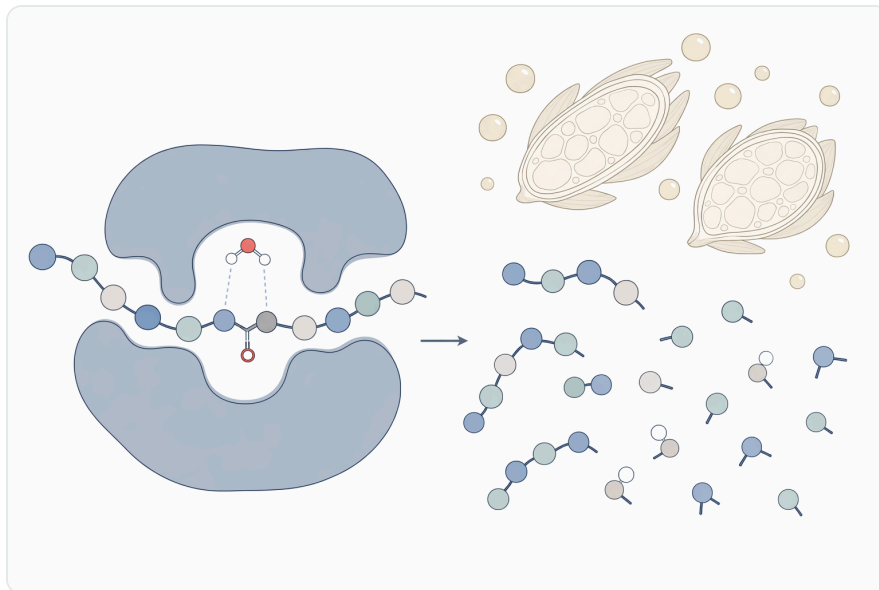


Figure 1. 중성 프로테아제는 매시에서 곡물 단백질의 접근 가능한 펩타이드 결합을 절단해 더 짧은 펩타이드와 아미노태 질소 화합물을 형성한다.

En mostos con bajo FAN, la proteólisis puede ayudar a la levadura porque los aminoácidos y pequeños péptidos son fuentes de nitrógeno y precursores de rutas metabólicas que influyen en crecimiento celular y formación de compuestos de aroma. La literatura cervecera sobre producción y utilización de aminoácidos por levadura destaca que el nitrógeno disponible participa en la fisiología de fermentación y puede condicionar el desempeño de la levadura durante el proceso [3].

En paralelo, la proteasa puede modificar proteínas implicadas en turbidez coloidal. La turbidez de cerveza se asocia con una mezcla de componentes potencialmente turbios, incluidas fracciones proteicas y sus interacciones con polifenoles u otros compuestos; por ello, reducir o fragmentar determinadas proteínas puede disminuir la tendencia a formar complejos visibles en cervezas donde se busca brillo o estabilidad frente a enfriamiento <sup>[5]</sup>.

## Aplicaciones principales en cervecería

---

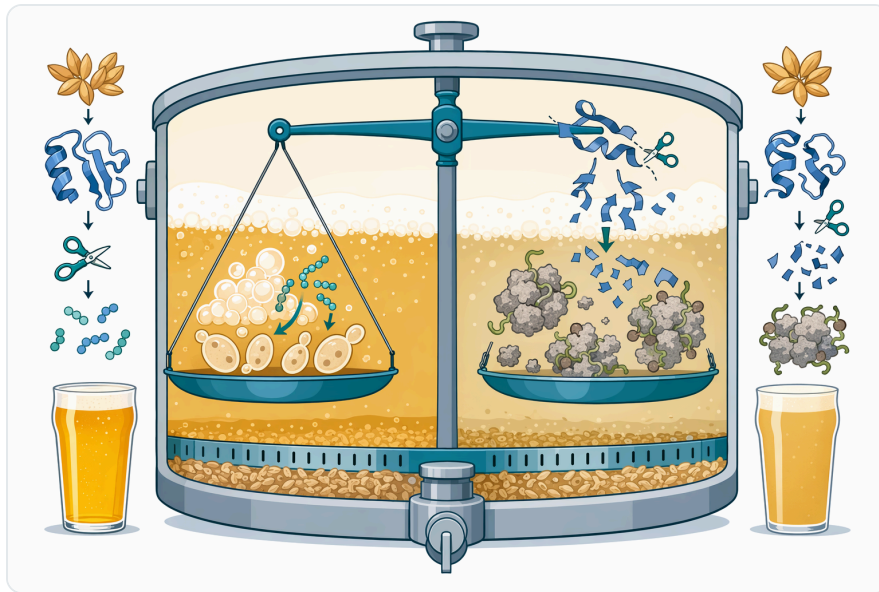
### Mejora del nitrógeno amino libre y apoyo a la fermentación

La aplicación más directa de Neutral Protease for Beer Brewing es apoyar la generación de nitrógeno soluble durante la maceración. En recetas donde la malta no aporta suficiente nitrógeno disponible, la proteasa puede liberar aminoácidos y péptidos que complementan el perfil nutricional del mosto para la levadura, lo que resulta especialmente relevante en fermentaciones que tienden a ser lentas o variables <sup>[3]</sup>.

Este uso es distinto de añadir nutrientes de fermentación al tanque: la proteasa actúa antes, sobre la matriz proteica del mosto, y modifica la forma química del nitrógeno procedente del grano. La ventaja tecnológica es que una parte del nitrógeno se libera desde la propia materia prima, de forma integrada con el proceso de maceración, aunque el resultado final depende de la composición de la malta, la receta y el perfil de proceso <sup>[2]</sup>.

### Recetas con alto uso de adjuntos

Los adjuntos como arroz, maíz, sorgo, trigo no malteado u otras fuentes vegetales pueden utilizarse por razones de estilo, coste, disponibilidad o perfil sensorial. Sin embargo, cuando desplazan parte de la malta, también pueden reducir el aporte de enzimas endógenas y alterar la relación entre carbohidratos, proteínas y nitrógeno soluble. Los estudios de elaboración a escala completa con adjuntos, enzimas y clarificantes muestran que estas variables pueden tener efectos medibles sobre la estabilidad coloidal de la cerveza <sup>[1]</sup>.



**Figure 2.** 양조에서 단백질 관리는 조절된 가수분해가 필요하다. 일부 단백질 분획은 거품과 입안의 질감을 돕지만, 다른 분획은 탁도나 낮은 질소 이용성의 원인이 될 수 있기 때문이다.

En este contexto, una proteasa neutra actúa como herramienta de compensación parcial: facilita la hidrólisis de proteínas disponibles en la mezcla de granos y puede aumentar la fracción soluble de compuestos nitrogenados. No convierte un adjunto pobre en nitrógeno en una malta bien modificada, pero sí puede ayudar a aprovechar mejor las proteínas presentes cuando la formulación depende de materias primas menos proteolíticamente activas [1].

### Reducción parcial de fracciones asociadas a turbidez

La estabilidad coloidal de cerveza depende de la interacción entre proteínas, polifenoles, polisacáridos y otros componentes. Las proteínas ricas en determinados residuos, junto con compuestos fenólicos, pueden participar en la formación de turbidez visible, especialmente bajo almacenamiento o enfriamiento. La hidrólisis parcial por proteasa neutra puede disminuir el tamaño y la capacidad de interacción de ciertas proteínas, reduciendo su tendencia a formar agregados [5].

Este efecto debe equilibrarse con la función positiva de algunas proteínas. La espuma de la cerveza es un sistema interfacial complejo donde proteínas, polipéptidos, iso-alfa-ácidos y otros componentes actúan juntos para formar y estabilizar burbujas. La investigación reciente sobre espuma subraya que la estabilidad no depende de un único ingrediente, sino de interacciones finas entre moléculas superficiales activas [4].

## Ajuste de claridad sin confundir funciones enzimáticas

Una proteasa neutra no cumple la misma función que una beta-glucanasa, una amilasa o una glucoamilasa. La proteasa actúa sobre proteínas; las amilasas y glucoamilasas actúan sobre almidón y dextrinas; las beta-glucanasas se orientan a polisacáridos de pared celular que pueden aumentar viscosidad y dificultar filtración. En cervezas donde arabinosilanos y otros polisacáridos son relevantes, la selección de cebada y el perfil de maceración también influyen en la composición final <sup>[6]</sup>.



**Figure 3.** 중성 프로테아제는 큰 곡물 단백질을 발효를 지원할 수 있는 아미노산과 짧은 펩타이드로 전환하여 효모가 이용할 수 있는 질소를 증가시킨다.

Por ello, si el problema dominante es una filtración lenta por viscosidad, la proteasa no debería considerarse la primera herramienta. En cambio, si el problema se relaciona con FAN bajo, proteínas formadoras de turbidez o necesidad de ajustar fracciones proteicas, la proteasa neutra resulta más pertinente dentro de un esquema enzimático cervecero <sup>[1]</sup>.

## Evidencia científica y técnica relevante

La evidencia directa para proteasas en cerveza se apoya en dos líneas: estudios específicos sobre proteólisis en mosto y estudios de estabilidad de cerveza que muestran la importancia de las proteínas en turbidez, espuma y calidad final. Un trabajo indexado sobre una proteasa neutra aplicada a cerveza informó que la enzima podía liberar más aminoácidos durante la maceración y aumentar el alfa-amino nitrógeno del mosto, un indicador relacionado con la nutrición de levadura <sup>[7]</sup>.

La estabilidad coloidal también ha sido estudiada en elaboraciones con adjuntos, enzimas y clarificantes a escala completa. Estos trabajos son importantes porque reflejan que los efectos de una enzima no se observan de manera aislada: dependen de receta, malta, adjuntos, clarificación, filtración y almacenamiento. La proteasa puede ser una palanca útil, pero su impacto se integra con el resto de decisiones del proceso [1].

La espuma merece una consideración separada. Varios estudios han mostrado que la estabilidad de espuma puede evaluarse con diferentes enfoques y que los componentes de la cerveza influyen de forma compleja en su comportamiento. Esto implica que una proteasa debe usarse con moderación, porque las mismas proteínas que pueden contribuir a turbidez también pueden participar en la formación o persistencia de espuma [8].

En cerveza de trigo, la variedad de trigo y las propiedades de la malta de cebada se han relacionado con intensidad de turbidez y estabilidad de espuma. Esta observación es relevante para la proteasa neutra porque confirma que la matriz proteica de los cereales no es uniforme: cambiar la variedad, el lote o el grado de modificación puede modificar la respuesta a la proteólisis durante maceración [9].



**Figure 4.** 매시 단계에서 프로테아제를 처리하면 민감한 단백질 분획의 크기와 가교 형성 능력을 줄여 단백질-폴리페놀 착도에 관여하는 물질의 풀을 낮추는데 도움이 될 수 있다.

Además, se han identificado proteínas específicas procedentes de cebada en cerveza, como BDAI-1 y proteínas tipo avenina, con impacto en estabilidad de espuma. Este tipo de resultados refuerza la necesidad de no tratar toda proteína como indeseable; el objetivo de la proteasa neutra debe ser ajustar el equilibrio proteico, no degradar indiscriminadamente todas las fracciones funcionales [10].

## Tabla comparativa: cuándo considerar proteasa neutra y cuándo no es la herramienta principal

Situación de proceso	Papel probable de Neutral Protease for Beer Brewing	Beneficio esperado	Límite técnico
Mosto con bajo nitrógeno disponible	Hidroliza proteínas y polipéptidos para liberar péptidos pequeños y aminoácidos	Mayor disponibilidad de nitrógeno para la levadura y fermentación más regular	No sustituye una formulación nutricional completa ni corrige toda deficiencia de materia prima <sup>[3]</sup>
Recetas con alto porcentaje de adjuntos	Compensa parcialmente la menor contribución proteolítica de la malta	Mejor aprovechamiento de proteínas presentes en la mezcla de granos	El resultado depende de la composición real del adjunto y del perfil de maceración <sup>[1]</sup>
Cerveza filtrada con tendencia a turbidez proteica	Reduce fracciones proteicas capaces de participar en agregados coloidales	Mejora potencial de claridad y estabilidad visual	No reemplaza clarificación, manejo de polifenoles ni control de almacenamiento <sup>[5]</sup>
Estilos donde la espuma es crítica	Puede ajustar proteínas, pero debe aplicarse con moderación	Posible reducción de proteínas problemáticas sin eliminar toda funcionalidad	La sobreproteólisis puede perjudicar retención de espuma y sensación en boca <sup>[4]</sup>
Problemas de viscosidad por polisacáridos	Función limitada, porque no degrada beta-glucanos ni arabinosilanos	Puede complementar, pero no resolver la causa principal	Para polisacáridos, otras enzimas y el perfil de maceración son más relevantes <sup>[6]</sup>
Objetivos de reducción de gluten	Puede hidrolizar algunas proteínas, pero no es equivalente a una solución validada de gluten	Apoyo potencial dentro de estrategias específicas	Las declaraciones “sin gluten” o similares requieren validación y cumplimiento regulatorio propio <sup>[11]</sup>

## Relación con espuma, cuerpo y estabilidad sensorial

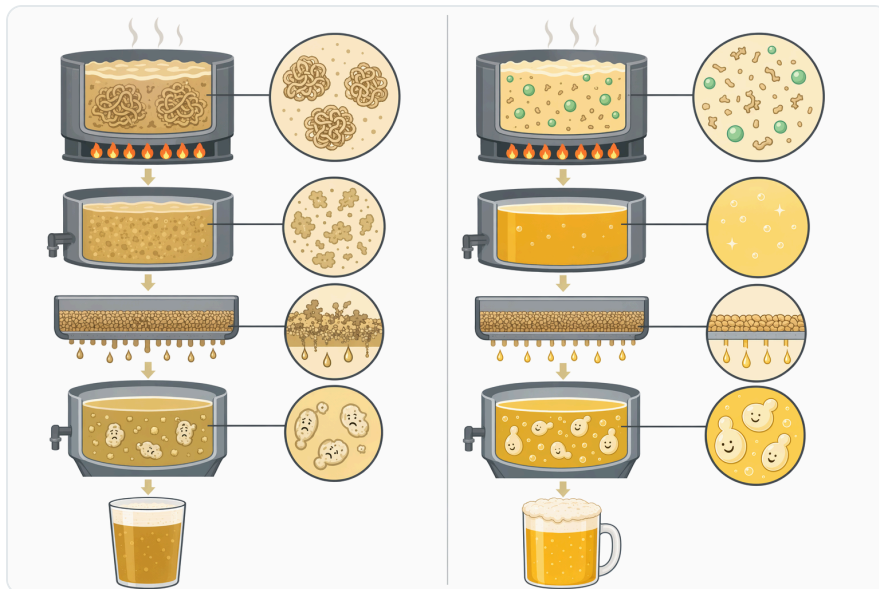
La espuma de cerveza es uno de los aspectos donde la proteasa neutra exige más cuidado. Una espuma estable requiere que moléculas anfífilas migren a la interfaz gas-líquido, formen una película elástica y resistan drenaje, coalescencia y desproporción de burbujas. Proteínas y polipéptidos del grano participan en esta película junto con compuestos derivados del lúpulo, por lo que una hidrólisis excesiva puede cambiar la capacidad de formar y sostener espuma <sup>[4]</sup>.

Los estudios con análisis de imagen digital de espuma en lagers muestran que la estabilidad puede evaluarse mediante cambios observables en altura, estructura y evolución de burbuja a lo largo del tiempo. Aunque esos estudios no se centran en proteasa neutra como ingrediente, sí evidencian que la espuma es una propiedad cuantificable y sensible a la composición de la cerveza, por lo que cualquier intervención sobre proteínas debe evaluarse dentro del estilo final <sup>[12]</sup>.

La sensación en boca también puede verse afectada. Péptidos de tamaño intermedio pueden contribuir a cuerpo y plenitud, mientras que la degradación intensa hacia fragmentos muy pequeños puede reducir la percepción de estructura. Por eso, la proteasa neutra debe considerarse una herramienta de modulación: suficiente para liberar nitrógeno útil y reducir proteínas problemáticas, pero no tan intensa como para empobrecer la matriz coloidal que sostiene textura y espuma <sup>[8]</sup>.

## Proteasa neutra y reducción de gluten: una distinción necesaria

La hidrólisis enzimática de proteínas en cerveza puede reducir determinados péptidos derivados de gluten, pero no todas las proteasas tienen la misma especificidad. Las proteínas de cebada y trigo contienen regiones ricas en prolina que son resistentes a muchas proteasas generales; por eso, las estrategias de reducción de gluten suelen estudiar endoproteasas específicas, incluidas proteasas proline-específicas, más que una proteasa neutra generalista por sí sola <sup>[13]</sup>.



**Figure 5.** 산성, 중성, 알칼리성 프로테아제는 공정 적합성, 양조에서의 관련성, 단백질에 미치는 영향, 주의점이 서로 다르므로 서로 대체 가능한 효소 도구가 아니다.

Investigaciones recientes sobre hidrólisis enzimática de gluten en cerveza han evaluado cómo la aplicación de enzimas en distintas etapas del proceso puede afectar parámetros de calidad y contenido de gluten. La conclusión práctica para el elaborador es clara: una proteasa neutra puede formar parte de una estrategia proteolítica, pero no debe promocionarse ni asumirse como garantía de cerveza sin gluten o gluten reducido sin validación específica del producto final <sup>[11]</sup>.

En cervezas elaboradas para consumidores con requisitos dietarios, las expectativas de calidad sensorial y seguridad son especialmente estrictas. La literatura sobre cerveza artesanal sin gluten subraya que el proceso de elaboración influye en atributos de calidad y en la percepción del consumidor, por lo que cualquier declaración regulatoria debe apoyarse en controles propios del elaborador y en el marco legal aplicable al mercado de venta <sup>[14]</sup>.

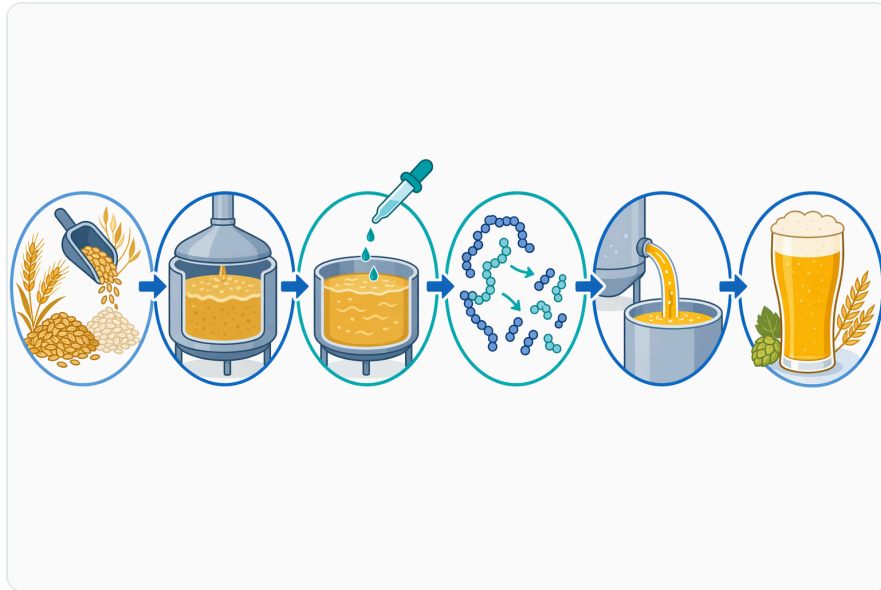
## **Integración en maceración: enfoque práctico sin sobreproteólisis**

---

La proteasa neutra se integra normalmente en la fase de maceración donde las proteínas están hidratadas y accesibles antes de que etapas posteriores reduzcan su actividad. En lugar de pensar en una dosificación universal, conviene entender la lógica de proceso: la enzima necesita contacto con el sustrato proteico, una matriz suficientemente mezclada y un perfil que no la inactive antes de cumplir su función <sup>[2]</sup>.

La respuesta al uso puede variar de manera notable entre recetas. Una lager con alto adjunto, una cerveza de trigo turbia y una ale con malta bien modificada no presentan la misma necesidad de proteólisis. En una cerveza donde la turbidez es parte del estilo, la reducción intensa de fracciones proteicas puede ser contraproducente; en una cerveza filtrada y brillante, en cambio, una proteólisis moderada puede contribuir a estabilidad visual <sup>[9]</sup>.

La gestión de levadura también interactúa con el perfil nitrogenado. En procesos como acondicionamiento en botella, la fisiología de la levadura y su estado de propagación influyen en el desempeño posterior; aunque la proteasa actúa antes, el mosto que genera forma parte del entorno nutricional que la levadura encontrará durante fermentación y maduración <sup>[15]</sup>.



**Figure 6.** 중성 프로테아제는 맥즙 분리, 끓임, 발효 전에 단백질 가수분해가 일어나도록 매시 초기나 단백질 휴지 단계에 적용하는 것이 가장 적합하다.

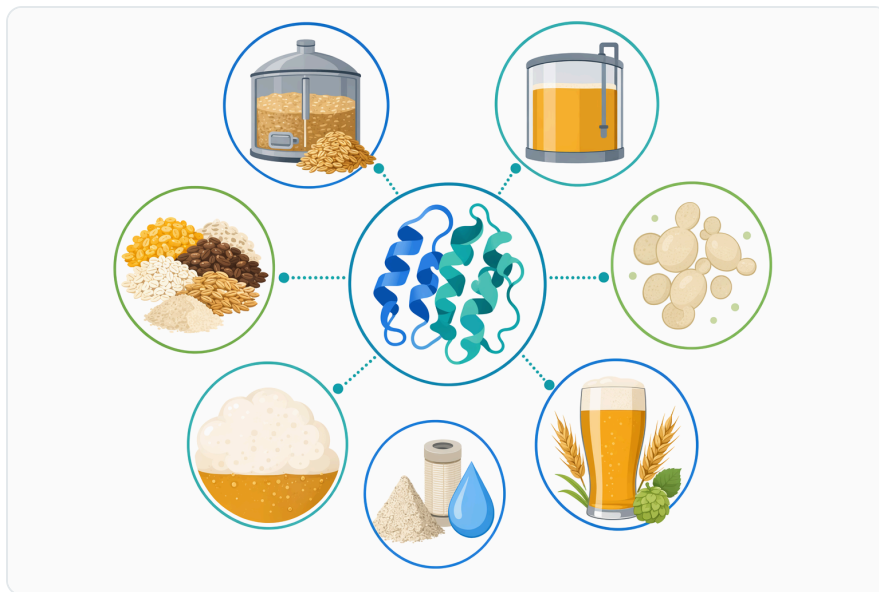
En cervezas lupuladas, además, existen actividades enzimáticas asociadas al fenómeno de “hop creep”, donde enzimas del lúpulo pueden modificar carbohidratos residuales y provocar cambios fermentativos. Este fenómeno no es causado por la proteasa neutra, pero ilustra que las enzimas en cerveza rara vez actúan en aislamiento: el perfil enzimático total de la receta puede influir en estabilidad, atenuación y comportamiento durante almacenamiento <sup>[16]</sup>.

## Comparación con otras enzimas cerveceras

La proteasa neutra pertenece a la familia funcional de enzimas que modifican proteínas. Su función no debe confundirse con alfa-amilasa, que rompe almidón en dextrinas; glucoamilasa, que libera glucosa desde dextrinas; o beta-glucanasa, que reduce polisacáridos de pared celular. Esta distinción evita expectativas erróneas: una proteasa puede mejorar FAN y modificar turbidez proteica, pero no está diseñada para aumentar por sí sola la fermentabilidad de dextrinas ni resolver viscosidad por beta-glucanos <sup>[6]</sup>.

Las enzimas también pueden combinarse en procesos donde hay varios objetivos: conversión de almidón, reducción de viscosidad, mejora de filtrabilidad, estabilidad coloidal y nutrición de levadura. Los estudios sobre elaboración con adjuntos, enzimas y clarificantes muestran que estas herramientas pueden modificar la estabilidad de la cerveza, pero su efecto final depende de cómo se integran con materias primas y etapas de proceso <sup>[1]</sup>.

La ventaja de la proteasa neutra es su enfoque sobre el nitrógeno. Cuando el indicador operativo es fermentación lenta asociada a nutrición insuficiente, o cuando el problema es una fracción proteica que favorece turbidez, la proteasa es más relevante que una enzima amilolítica. Cuando el objetivo es aumentar atenuación o secar una cerveza, una enzima de carbohidratos será conceptualmente más adecuada [3].



**Figure 7.** 중성 프로테아제는 보조원료 비율이 높은 양조, 비맥아 곡물 사용, 고 비중 맥즙, 탁도에 민감한 스타일, 그리고 보다 폭넓은 단백질 관리 개념에서 가장 관련성이 높다.

## Beneficios esperados y límites realistas

Los beneficios más realistas de Neutral Protease for Beer Brewing son el aumento potencial de péptidos y aminoácidos disponibles, el apoyo a la nutrición de levadura, la mejora de consistencia en recetas con adjuntos y la reducción parcial de proteínas relacionadas con turbidez. Estos efectos están alineados con la función conocida de las proteasas y con la importancia del nitrógeno amino en el metabolismo cervecero de la levadura [3].

El límite principal es que la proteasa no distingue automáticamente entre proteínas “buenas” y “malas” desde el punto de vista sensorial. Si se aplica en exceso o en una matriz que no lo necesita, puede reducir fracciones que aportan espuma, cuerpo o estabilidad de coloides beneficiosos. La investigación sobre espuma confirma que pequeñas diferencias en composición pueden traducirse en cambios relevantes en comportamiento físico del producto final [4].

Otro límite es la variabilidad de materias primas. La selección de cebada y el perfil de maceración influyen en componentes como arabinosanos y otras macromoléculas que también afectan la cerveza. Por lo tanto, un cambio de lote de malta o adjunto puede modificar la respuesta a una misma estrategia enzimática, incluso si la proteasa se usa de forma constante [6].

Finalmente, la proteasa neutra no debe presentarse como solución regulatoria para declaraciones de salud, ausencia de gluten o propiedades funcionales. En productos con objetivos de gluten reducido o sin gluten, la evidencia específica debe considerar la enzima, la etapa de aplicación, la matriz, el método de validación del elaborador y las normas del mercado donde se comercializa [11].

## Neutral Protease for Beer Brewing de Enzymes.bio

Enzymes.bio ofrece Neutral Protease for Beer Brewing como enzima de proceso para aplicaciones cerveceras, con venta directa en línea en unidades de 1 kg. Enzymes.bio actúa como proveedor; no debe interpretarse como fabricante ni como laboratorio de validación del proceso cervecero del cliente. La documentación de acompañamiento, incluido CoA y SDS, se proporciona junto con el pedido



Figure 8. 중성 프로테아제는 단백질을 표적으로 하므로 전분 전환을 위한 아밀라아제나 세포벽 베타글루칸 문제를 해결하기 위한 베타글루카나아제를 대체하지 않는다.

Para una cervecería, el valor práctico está en disponer de una proteasa neutra orientada a elaboración de cerveza que pueda integrarse en el propio sistema de calidad y desarrollo de producto. La decisión de uso debe basarse en los objetivos de la receta: mejorar FAN, apoyar fermentación, manejar

adjuntos o ajustar estabilidad coloidal, siempre considerando el impacto potencial sobre espuma, cuerpo y estilo final .

## Conclusión técnica

---

Neutral Protease for Beer Brewing es una herramienta útil para modular proteínas durante la maceración cervecera. Su mecanismo —hidrolizar proteínas en péptidos y aminoácidos— puede aumentar la fracción nitrogenada disponible para levadura y ayudar a reducir proteínas asociadas a turbidez, especialmente en recetas con adjuntos o materias primas variables <sup>[7]</sup>.

Su aplicación exige equilibrio. La misma matriz proteica que puede causar turbidez también contribuye a espuma, cuerpo y textura; por eso, el objetivo no es maximizar la degradación, sino alcanzar una proteólisis suficiente para mejorar fermentación y estabilidad sin empobrecer las propiedades sensoriales de la cerveza <sup>[10]</sup>.

Como proveedor, Enzymes.bio facilita el acceso en línea a la enzima en formato de 1 kg y entrega CoA y SDS con el pedido. La validación de desempeño, la adecuación al estilo, el cumplimiento regulatorio y la integración en el proceso pertenecen al sistema técnico de cada cervecería.

### Pedir Neutral Protease For Beer Brewing 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 Neutral Protease For Beer Brewing →](#)

## 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. Królak, K., Kobus, K., & Kordialik-Bogacka, E. (2022). Effects on beer colloidal stability of full-scale brewing with adjuncts, enzymes, and finings. *European Food Research and Technology*, 249, 47-53.
2. Chang-xin, Z. (2009). Study on activity change of main hydrolase in the process of domestic brewing barleys malting. *Food Science and Technology International*.
3. Igboanugo, E. U. (2017). Production and Utilization of Amino Acid by Brewer's Yeast during Brewing Process: A Review.

4. Chatzigiannakis, E., Alicke, A., Bars, L. L., Bidoire, L., & Vermant, J. (2025). The hidden subtlety of beer foam stability: A blueprint for advanced foam formulations. *The Physics of Fluids*.
5. Jiang, L., Sun, J., Sun, X., Zhong, J., Lu, J., & Cai, G. (2026). Structural Characterization and Stability Analysis of Potential Turbid Components in Beer. *Journal of Food Science*, 91 3, e70981 .
6. Michiels, P., Debyser, W., Langenaeken, N., & Courtin, C. (2024). Impact of barley selection and mashing profile on the arabinoxylan content and structure in beer. *International Journal of Biological Macromolecules*, 136031 .
7. 23813340. *Nih*.
8. Neugrodda, C., Gastl, M., & Becker, T. (2015). Comparison of Foam Analysis Methods and the Impact of Beer Components on Foam Stability. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*, 73, 170 - 178.
9. Depraetere, S. A., Delvaux, F., Coghe, S., & Delvaux, F. (2004). Wheat Variety and Barley Malt Properties: Influence on Haze Intensity and Foam Stability of Wheat Beer. *Journal of The Institute of Brewing*, 110, 200-206.
10. Iimure, T., Kihara, M., Sato, K., & Ogushi, K. (2015). Purification of barley dimeric  $\alpha$ -amylase inhibitor-1 (BDAl-1) and avenin-like protein-a (ALP) from beer and their impact on beer foam stability. *Food Chemistry*, 172, 257-64 .
11. Partichelli, C. P., Manfroi, V., & Rodrigues, R. C. (2025). Enzymatic Hydrolysis of Gluten in Beer: Effects of Enzyme Application on Different Brewing Stages on Beer Quality Parameters and Gluten Content. *Foods*, 14.
12. Nyarko, E., Glavaš, H., Habschied, K., & Mastanjević, K. (2021). Determination of Foam Stability in Lager Beers Using Digital Image Analysis of Images Obtained Using RGB and 3D Cameras. *Fermentation*.
13. Cramer, J., Bladt, T., Fratianni, A., Schoenenberg, S., & Eiken, J. (2024). New Proline-Specific Endoprotease for Improved Colloidal Beer Stability and Gluten Reduction. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*, 82, 357 - 369.
14. Cela, N., Galgano, F., Cairano, M. D., Condelli, N., Scarpa, T., Marconi, O., Alfeo, V., ... et al. (2023). Development of gluten-free craft beer: Impact of brewing process on quality attributes and consumer expectations for sensory properties. *Journal of Food Science*.
15. Dilmetz, B. A., Desire, C. T., Meneses, J., Klingler-Hoffmann, M., Young, C., & Hoffmann, P. (2023). Impact of propagation time on yeast physiology during bottle conditioning of beer on an industrial scale. *Food Chemistry*, 435, 137655 .
16. Willemart, G., Tanriverdi, Y., & Collin, S. (2025). Impact of Contact Time, Temperature, and Ethanol Content on Hop Creep-Related Enzymatic Activities in Beer. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*, 83, 215 - 221.

## 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.