

# Proteasa de prolina alimentaria líquida para cerveza: aditivo cervecero para turbidez fría, estabilidad coloidal y bebidas

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

La proteasa de prolina alimentaria líquida para uso cervecero es una ayuda de proceso diseñada para modificar proteínas y péptidos ricos en prolina que pueden participar en la turbidez fría de la cerveza. Su valor técnico está en reducir la capacidad de ciertas fracciones proteicas de agregarse con polifenoles, no en actuar como filtro, clarificante físico ni solución universal para cualquier opacidad. Enzymes.bio la suministra como proveedor en línea en unidades de 1 kg, con CoA y SDS incluidos junto con el pedido .

## Qué es una proteasa de prolina para elaboración de cerveza

Una **proteasa de prolina**, también descrita en el sector como **proline protease**, **prolyl endoprotease** o **endoproteasa específica de prolina**, es una enzima proteolítica orientada a cortar enlaces peptídicos en regiones donde la prolina condiciona la estructura del péptido. En cerveza, esta especificidad es relevante porque las proteínas procedentes de cebada, trigo u otros cereales contienen segmentos ricos en prolina que pueden resistir la proteólisis ordinaria y conservar capacidad de interacción con polifenoles durante almacenamiento y enfriamiento .

En términos de proceso, este producto debe entenderse como una **preparación líquida de proteasa alimentaria para cerveza y bebidas**, no como un estabilizante físico. Un estabilizante adsorbente retira componentes por afinidad o separación; una proteasa actúa de otra manera: hidroliza enlaces dentro de proteínas o péptidos, cambiando su tamaño, conformación, solubilidad y capacidad de formar agregados. Estudios sobre proteínas de subproductos cerveceros muestran que la hidrólisis enzimática puede modificar de forma significativa propiedades tecnofuncionales como solubilidad y comportamiento interfacial, lo que ilustra el alcance tecnológico de las peptidasas en matrices derivadas de cereal <sup>[1]</sup>.

La diferencia entre una proteasa general y una proteasa de prolina no es un matiz comercial. La prolina tiene un anillo pirrolidínico que restringe la rotación del esqueleto peptídico y altera la geometría local de la cadena proteica; por ello, muchas proteasas comunes tienen menor acceso o menor eficiencia sobre secuencias donde abundan residuos de prolina. Una enzima proline-específica

se emplea precisamente cuando esas regiones son tecnológicamente importantes: en cerveza, por su relación con fracciones proteicas resistentes, turbidez coloidal y, en determinados flujos, reducción de fragmentos derivados de gluten .

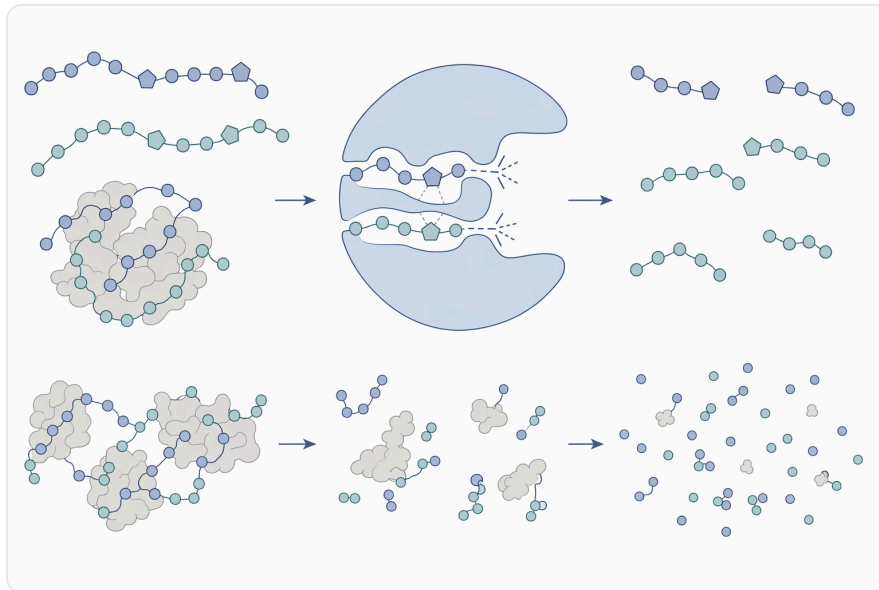
La matriz cervecera es compleja porque las proteínas no llegan intactas desde el grano de forma simple. Durante malteado, maceración, filtración del mosto, ebullición, fermentación y maduración se producen solubilizaciones, desnaturalizaciones, hidrólisis parciales, complejos con polifenoles y pérdidas por precipitación. La cebada y la malta contienen además inhibidores endógenos de endoproteasas que influyen en la proteólisis durante malteado y elaboración, lo que ayuda a explicar por qué el perfil final de péptidos de la cerveza depende tanto de la materia prima como del proceso [2].

## Por qué la prolina importa en la turbidez fría

---

La **turbidez fría** o *chill haze* aparece cuando una cerveza que puede verse clara a temperatura ambiente desarrolla velo u opacidad al enfriarse. Una de las vías clásicas de este fenómeno es la asociación reversible o progresivamente irreversible entre proteínas cerveceras y polifenoles: al bajar la temperatura, disminuye la solubilidad de ciertos complejos y aumenta la dispersión de luz. En este mecanismo, no basta con conocer la cantidad total de proteína; importan las fracciones concretas capaces de unirse a polifenoles y formar redes coloidales.

Las regiones ricas en prolina son relevantes porque los polifenoles pueden asociarse con zonas hidrofóbicas y con grupos capaces de participar en enlaces de hidrógeno. Cuando una proteína conserva varios puntos de interacción, puede comportarse como un puente entre moléculas fenólicas y generar agregados de mayor tamaño. La acción de una proline protease reduce esa multivalencia: corta la cadena en puntos estratégicos, disminuye el tamaño efectivo de los fragmentos y reduce la probabilidad de que una misma molécula proteica sostenga complejos proteína-polifenol suficientemente grandes como para volverse visibles .



**Figure 1.** 냉각이나 저장 중 프롤린이 풍부한 맥주 단백질이 폴리페놀과 상호작용해 빛을 산란시키는 응집체로 커지면서 냉각 혼탁이 형성됩니다.

Este enfoque no “elimina” todos los polifenoles ni toda la proteína de la cerveza. De hecho, eso no sería deseable: ciertas proteínas y polipéptidos contribuyen a espuma, cuerpo, sensación en boca y estabilidad sensorial. La intervención enzimática es útil cuando se dirige a la fracción problemática sin convertir la gestión de estabilidad en una degradación indiscriminada del perfil proteico. La investigación sobre maceración isotérmica confirma que la composición del mosto depende de ventanas de actividad enzimática y de la interacción entre enzimas endógenas de la malta, temperatura y composición del grano [3].

## Mecanismo concreto de acción en cerveza

El mecanismo puede resumirse en cuatro pasos. Primero, las proteínas cerealistas solubles pasan al mosto o permanecen en cerveza como polipéptidos de distintos tamaños. Segundo, una parte de esas moléculas conserva regiones ricas en prolina, relativamente rígidas y con afinidad por polifenoles. Tercero, durante frío o almacenamiento, esas regiones actúan como puntos de nucleación o unión para complejos coloidales. Cuarto, la proteasa de prolina hidroliza enlaces internos asociados a esas regiones, produciendo fragmentos con menor capacidad de formar redes insolubles .

La hidrólisis proteica también cambia propiedades físicas del sistema. Al reducir el tamaño de una proteína o al romper una región estructuralmente importante, puede aumentar la solubilidad, disminuir la tendencia a agregación o modificar la forma en que el péptido interactúa con superficies y otros solutos. En subproductos cerveceros, la acción combinada de carbohidrasas y peptidasas se ha

estudiado precisamente para solubilizar fracciones del bagazo cervecero, demostrando que la proteólisis no solo “corta proteína”, sino que altera la disponibilidad y funcionalidad de los componentes macromoleculares <sup>[4]</sup>.

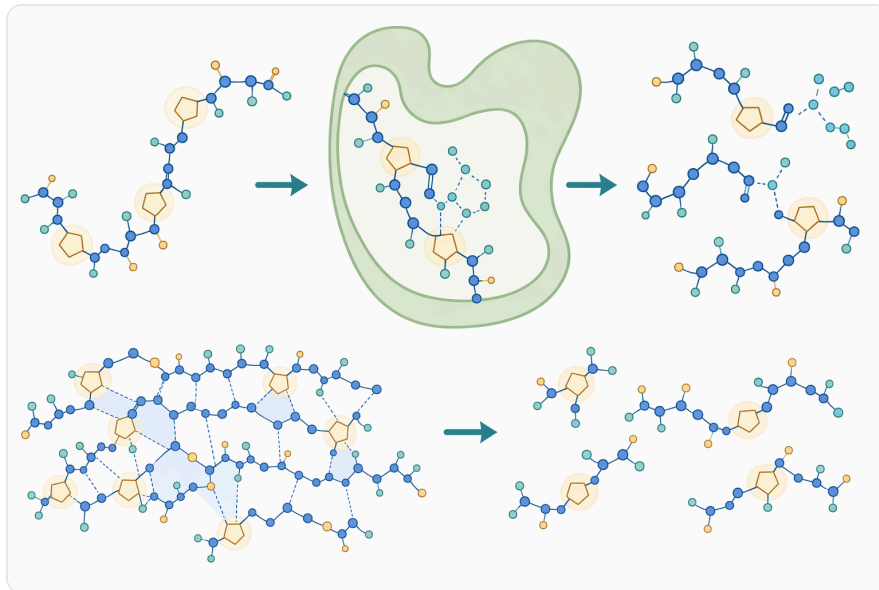
La selectividad es importante porque la cerveza no es una solución proteica simple. Contiene dextrinas, minerales, compuestos fenólicos, levaduras residuales en algunos estilos, compuestos de lúpulo, etanol, ácidos orgánicos y productos de fermentación. Si la turbidez procede de almidón residual, beta-glucanos, pectinas de fruta, células de levadura, contaminación microbiana, sales precipitadas o partículas de lúpulo, una proteasa de prolina puede no atacar la causa primaria. Su zona de mayor pertinencia es la inestabilidad coloidal con componente proteico rico en prolina.

## **Evidencia técnica: proteólisis alimentaria y matrices de cereal**

---

La base científica de las proteasas alimentarias es amplia: son enzimas que hidrolizan enlaces peptídicos y se utilizan para modificar funcionalidad de proteínas en alimentos. En aplicaciones recientes, las proteasas de grado alimentario se estudian junto con otras enzimas para transformar subproductos vegetales insolubles en ingredientes con composición y propiedades diferentes; en avena, por ejemplo, tratamientos con amilasa, celulasa/xilanasas y proteasa modificaron la fracción proteica de subproductos insolubles <sup>[5]</sup>.

En el sector cervecero, los subproductos ofrecen una ventana útil para entender la complejidad proteica de los cereales. El bagazo de cerveza es el subproducto dominante de la elaboración y se cita habitualmente como alrededor del 85 % de los subproductos cerveceros; además, se genera en volúmenes aproximados del orden de 20 kg por cada 100 L de cerveza producida, con fracciones importantes de fibra y proteína. Esta magnitud explica por qué hay tanta investigación en extracción, hidrólisis y valorización de proteínas de origen cervecero <sup>[6]</sup>.



**Figure 2.** 프롤린 특이적 엔도프로테아제는 일반적인 여러 프로테아제로는 분해되기 어려운, 프롤린과 관련된 내부 펩타이드 부위를 절단합니다.

La composición del bagazo no es idéntica a la cerveza terminada, pero sí muestra que las proteínas de cebada procesada mantienen valor tecnológico y pueden modificarse mediante hidrólisis. En estudios sobre explosión de vapor del bagazo, el pretratamiento mejoró la digestibilidad enzimática de carbohidratos y afectó la solubilidad y estabilidad de proteínas, subrayando que estructura de matriz, accesibilidad y tratamiento térmico influyen en la respuesta a enzimas [7].

También se ha demostrado que los hidrolizados proteicos derivados de bagazo pueden presentar propiedades tecnofuncionales distintas a las proteínas originales. Trabajos recientes comparan proteínas de bagazo y sus hidrolizados, evaluando funcionalidades relevantes para alimentos, lo que respalda una idea central para cervecería: cuando una enzima proteolítica corta selectivamente una proteína cerealista, cambia su comportamiento tecnológico, no solo su peso molecular [8].

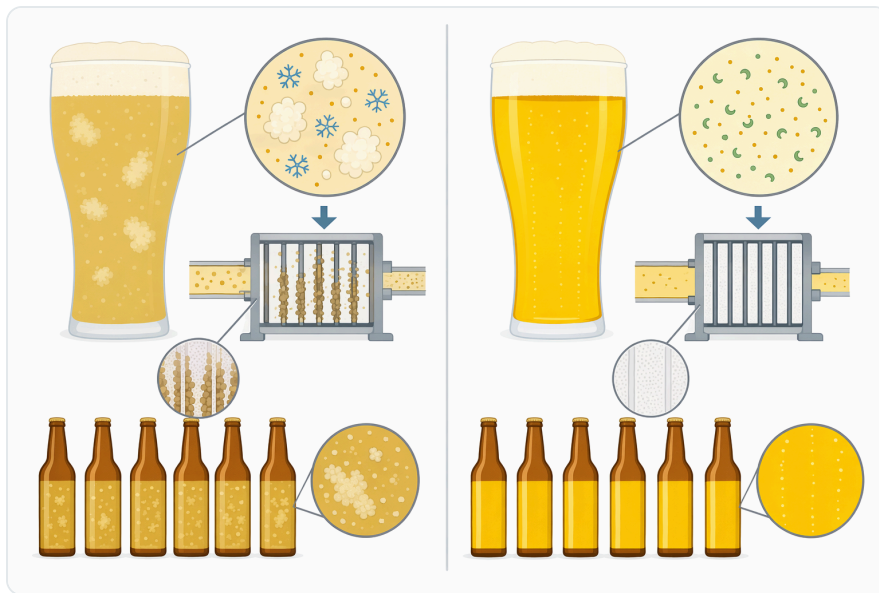
La levadura cervecera gastada añade otra dimensión. Aunque la proteasa de prolina se dirige principalmente a proteínas cerealistas en el contexto de turbidez fría, la cerveza real contiene biomoléculas liberadas o asociadas a levadura. Revisiones sobre levadura cervecera gastada describen su riqueza en moléculas de alto valor añadido y sus posibles aplicaciones, lo que confirma que la elaboración de cerveza es una matriz bioquímica compleja donde proteínas, péptidos y otros biopolímeros coexisten e interactúan [9].

# Aplicaciones principales en cerveza y bebidas

## Prevención de turbidez fría en cervezas claras

La aplicación más directa es la **prevención de turbidez fría** en cervezas donde la claridad visual es un atributo de calidad: lagers filtradas, cervezas de perfil brillante, productos con distribución refrigerada o con vida útil prolongada. En estos casos, la proteasa de prolina se usa para disminuir la formación de complejos proteína-polifenol antes de que sean visibles, actuando sobre la causa molecular de una fracción de la inestabilidad coloidal.

La ventaja práctica es que el tratamiento enzimático puede integrarse como ayuda de proceso sin equivaler a una etapa de separación adicional. En lugar de retirar físicamente material coloidal ya formado, la enzima reduce la capacidad de ciertas proteínas de generar agregados. Esto puede ser especialmente relevante cuando la cervecería observa que la turbidez aparece tras enfriamiento o almacenamiento, pero no necesariamente durante la cerveza recién elaborada.



**Figure 3.** 프롤린 특이적 프로테아제는 전체 단백질을 무차별적으로 줄이기보다 프롤린이 풍부한 혼탁 유발 펩타이드 부위를 표적으로 한다는 점에서, 더 넓은 범위로 작용하는 산성·중성·알칼리성 프로테아제와 다릅니다.

## Gestión de variabilidad de materias primas

La estabilidad coloidal cambia con la malta, el grado de modificación, el uso de adjuntos, la carga de polifenoles, el régimen de maceración y el perfil de ebullición. Las enzimas endógenas de malta tienen rangos de actividad y efectos distintos sobre la composición del mosto, de modo que variaciones pequeñas en proceso pueden traducirse en diferencias apreciables en nitrógeno soluble, péptidos y fracciones coagulables [3].

Una proteasa de prolina puede ayudar a amortiguar parte de esa variabilidad cuando el problema está asociado a proteínas prolinadas. Sin embargo, no sustituye el control de materias primas ni corrige por sí sola defectos de clarificación, filtración o fermentación. Su papel realista es formar parte de una estrategia de estabilidad coloidal junto con una maceración coherente, una separación adecuada del mosto, una fermentación controlada y una maduración compatible con el estilo.

### **Cervezas con trigo, cebada y fragmentos ricos en prolina**

Las proteínas de cereales como cebada y trigo incluyen fracciones ricas en prolina que pueden permanecer parcialmente resistentes a proteólisis ordinaria. Esto tiene dos implicaciones: por un lado, esas regiones pueden participar en turbidez; por otro, se han considerado en procesos orientados a reducir determinados fragmentos proteicos relacionados con gluten. La información técnica asociada al producto destaca la utilidad de la proteasa de prolina en cerveza y en modificación de péptidos ricos en prolina .

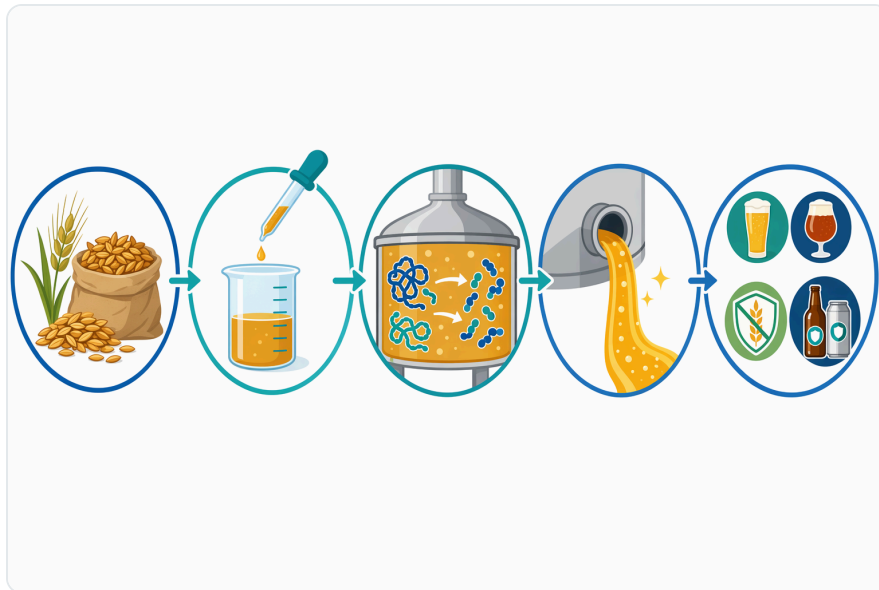
Es importante separar la función tecnológica de una declaración nutricional o regulatoria. Usar una proline protease en el proceso no convierte automáticamente una cerveza en “sin gluten” ni garantiza cumplimiento de un umbral legal. Cualquier comunicación de gluten reducido o sin gluten debe basarse en análisis validados del producto final y en la normativa del mercado correspondiente. La enzima puede ser una herramienta del proceso, pero la declaración pertenece al producto terminado.

### **Bebidas no cerveceras con turbidez proteica**

En bebidas distintas de la cerveza, la lógica es aplicable solo si la turbidez tiene un componente proteico susceptible. Bebidas vegetales, extractos de cereal, fermentados no tradicionales o matrices con polifenoles pueden presentar agregación proteína-fenólico, pero también pueden enturbiarse por pectinas, almidones, emulsiones, minerales, sólidos de fruta o células microbianas. La proteasa de prolina se justifica mejor cuando la causa identificada está relacionada con proteínas o péptidos ricos en prolina .

### **Modificación especializada de hidrolizados proteicos**

Fuera de la cerveza terminada, las proteasas pueden emplearse para generar hidrolizados con propiedades funcionales o bioactivas. En bagazo y levadura cervecera, se han estudiado hidrolizados proteicos con propiedades antioxidantes, lo que muestra que la hidrólisis controlada de subproductos de cerveza puede producir fracciones con valor tecnológico y funcional. Aunque esta aplicación es distinta de la prevención de turbidez, ayuda a contextualizar la proteasa como herramienta de modificación molecular precisa <sup>[10]</sup>.



**Figure 4.** 양조 공정에서는 이후 공정 단계에서 효소 활성이 더 이상 지속되기 어려워지기 전에 곡물 단백질과 접촉할 시간이 확보되는 지점에 프롤린 프로테아제를 투입할 수 있습니다.

## Comparación con otras estrategias de estabilidad

La proteasa de prolina no compite de forma idéntica con filtración, centrifugación, PVPP, sílice o carragenanos, porque cada herramienta actúa sobre un punto distinto del problema. En la práctica cervecera, la estabilidad visual suele gestionarse combinando prevención molecular, reducción de precursores, separación física y control de almacenamiento. La elección depende de la causa dominante de turbidez y del perfil sensorial que se desea conservar.

Enfoque tecnológico	Mecanismo principal	Qué puede resolver bien	Límites principales
Proteasa de prolina alimentaria líquida	Hidrólisis selectiva de regiones peptídicas ricas en prolina	Turbidez fría vinculada a proteínas prolinadas y complejos proteína-polifenol	No elimina turbidez causada por levadura, almidón, pectina, minerales o sólidos no proteicos
Filtración o centrifugación	Separación física de partículas y células	Levadura, sólidos suspendidos, partículas ya presentes	No modifica precursores moleculares que pueden formar turbidez después
Adsorbentes de polifenoles o proteínas	Retención por afinidad de fracciones específicas	Reducción de componentes haze-active según adsorbente	Puede afectar compuestos sensoriales; depende de contacto y matriz
Control de maceración y ebullición	Gestión de solubilización, coagulación y actividad	Ajuste global de mosto, nitrógeno soluble y	Menos específico; sensible a malta, receta y régimen

Enfoque tecnológico	Mecanismo principal	Qué puede resolver bien	Límites principales
	enzimática endógena	coagulación proteica	térmico
Maduración y almacenamiento controlados	Permiten precipitación o estabilización antes de envasado	Reducción de inestabilidad temprana	Requieren tiempo, capacidad y control de temperatura

La tabla refleja una distinción clave: la proteasa de prolina actúa antes o durante la formación de agregados, mientras que varias alternativas gestionan material ya formado o reducen precursores por adsorción. Esta diferencia explica por qué puede emplearse como complemento de un programa de estabilidad, pero no debe presentarse como reemplazo automático de todas las operaciones de clarificación o estabilización.

## Integración en el proceso cervecero

El punto de incorporación debe permitir contacto real entre la enzima y los sustratos proteicos. En términos generales, las etapas donde las proteínas cerealistas están solubilizadas y todavía accesibles ofrecen mayor sentido tecnológico que una aplicación demasiado tardía sobre una matriz ya estabilizada o con sustrato poco disponible. La maceración y etapas previas a tratamientos térmicos intensos suelen considerarse lógicas para enzimas de proceso porque combinan medio acuoso, presencia de proteínas y posibilidad de limitar la actividad posteriormente mediante el flujo normal de elaboración [3].

La aplicación posterior también puede ser conceptualmente posible en ciertos diseños de proceso, pero cambia las condiciones de trabajo: hay etanol, menor temperatura, menor carga de proteína accesible y una matriz sensorial más definida. En ese contexto, cualquier hidrólisis adicional debe ponderarse frente al riesgo de alterar espuma, cuerpo o estabilidad de sabor. La clave no es “más proteólisis”, sino proteólisis suficiente y dirigida hacia la fracción que genera inestabilidad.

La cerveza requiere un equilibrio proteico. Proteínas demasiado persistentes pueden contribuir a turbidez; proteínas eliminadas o degradadas en exceso pueden reducir espuma o cambiar sensación en boca. Este equilibrio se observa también en la investigación sobre proteínas de subproductos cerveceros, donde la hidrólisis mejora algunas propiedades pero puede modificar otras; por ello, el valor de una proteasa depende de la matriz y del objetivo, no de una acción universalmente beneficiosa [8].

## Relación con proteasas endógenas de cebada y malta

La malta ya contiene proteasas propias, pero su acción está modulada por el malteado, las condiciones de maceración y los inhibidores naturales presentes en cebada. Los inhibidores endógenos de endoproteasas participan en el equilibrio proteolítico durante malteado y elaboración, lo que puede limitar o redirigir la degradación de proteínas. Esta realidad ayuda a explicar por qué una proteasa añadida con especificidad concreta puede producir un efecto distinto al de confiar solo en la proteólisis endógena [2].

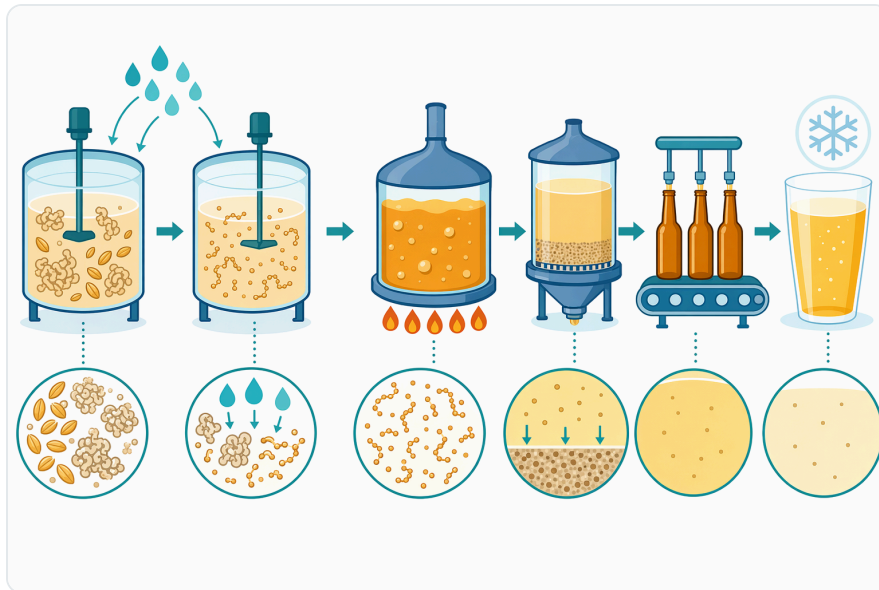


Figure 5. 양조 기술 문헌에서는 혼탁 유발 단백질을 줄이기 위해, 특히 당화와 같은 초기 단계에서 생산 중 프롤린 특이적 엔도프로테아제를 사용하는 사례를 설명합니다.

Además, las enzimas de la malta no actúan de manera aislada. La composición del mosto es resultado de amilasas, proteasas, beta-glucanasas y otras actividades, cada una con distinta sensibilidad al régimen térmico. Estudios de maceración isotérmica han aportado información sobre cómo las temperaturas modifican composición del mosto y rangos de acción enzimática, reforzando la idea de que el uso de una enzima exógena debe considerarse dentro de un sistema enzimático más amplio [3].

## Beneficios técnicos realistas

El primer beneficio es la **reducción de la tendencia a turbidez fría** cuando el factor dominante es la interacción entre proteínas prolinadas y polifenoles. Al cortar esas regiones, se reduce la capacidad de los péptidos de sostener agregados coloidales que dispersan luz. Esto puede mejorar la consistencia visual en cervezas claras, especialmente durante distribución refrigerada o almacenamiento con variaciones de temperatura .

El segundo beneficio es la **intervención molecular temprana**. Mientras una filtración o centrifugación depende de que las partículas existan y sean separables, una proteasa actúa sobre precursores solubles que podrían generar turbidez más tarde. Este enfoque resulta útil cuando la cerveza es inicialmente brillante, pero desarrolla velo con el tiempo, lo que sugiere formación progresiva de agregados y no solo presencia inicial de sólidos.

El tercer beneficio es la **compatibilidad con estrategias de proceso ya existentes**. La enzima puede integrarse en un flujo cervecero sin requerir necesariamente una nueva operación mecánica de separación; su efecto depende de contacto, matriz y condiciones de proceso. En subproductos cerveceros, la combinación de peptidasas y carbohidrasas ha mostrado que las enzimas pueden incorporarse a esquemas de transformación de matrices complejas, siempre que la accesibilidad del sustrato sea adecuada [4].

El cuarto beneficio es la **utilidad en modificación de péptidos resistentes ricos en prolina**. Esta característica no se limita a la claridad: también explica su interés en flujos especializados donde se busca modificar fragmentos proteicos difíciles de hidrolizar. En el contexto de alimentos y bebidas, las proteasas de grado alimentario se estudian precisamente por su capacidad de modificar proteínas vegetales y ajustar propiedades tecnológicas [5].



**Figure 6.** 프롤린이 풍부한 펩타이드를 표적으로 하는 동일한 원리는 맑은 맥주, 글루텐 저감 맥주 공정, 단백질 혼탁이 발생하는 음료 시스템, 특수한 쓴맛 펩타이드 가수분해에도 적용될 수 있습니다.

## Límites técnicos y precauciones de interpretación

---

La proteasa de prolina no es un corrector universal de turbidez. Si la opacidad procede de levadura en suspensión, contaminación microbiana, almidón no convertido, beta-glucanos, pectinas, precipitación mineral, partículas de lúpulo o sólidos de fruta, el mecanismo enzimático no ataca el origen principal. En esos casos, la solución puede requerir control microbiológico, ajuste de maceración, enzimas carbohidrolíticas, clarificación física, filtración o cambios de formulación.

Tampoco debe asumirse que toda reducción de proteína es positiva. La espuma de cerveza depende de proteínas y polipéptidos específicos, y la sensación en boca también puede verse afectada por el equilibrio coloidal. La meta técnica es reducir la fracción haze-active sin empobrecer atributos deseables. La investigación sobre funcionalidad de proteínas e hidrolizados de bagazo confirma que distintos grados y tipos de hidrólisis producen propiedades funcionales diferentes, lo que exige una interpretación selectiva y no genérica de la proteólisis <sup>[8]</sup>.

En materia de gluten, la enzima puede participar en procesos de reducción de fragmentos ricos en prolina, pero no sustituye la verificación del producto terminado. Las declaraciones de “gluten reducido” o “sin gluten” pertenecen al ámbito regulatorio y analítico, no al simple hecho de añadir una enzima. En producción comercial, la formulación, el proceso, el método analítico aceptado y el mercado de destino determinan la validez de cualquier afirmación.

## Seguridad, documentación y manejo

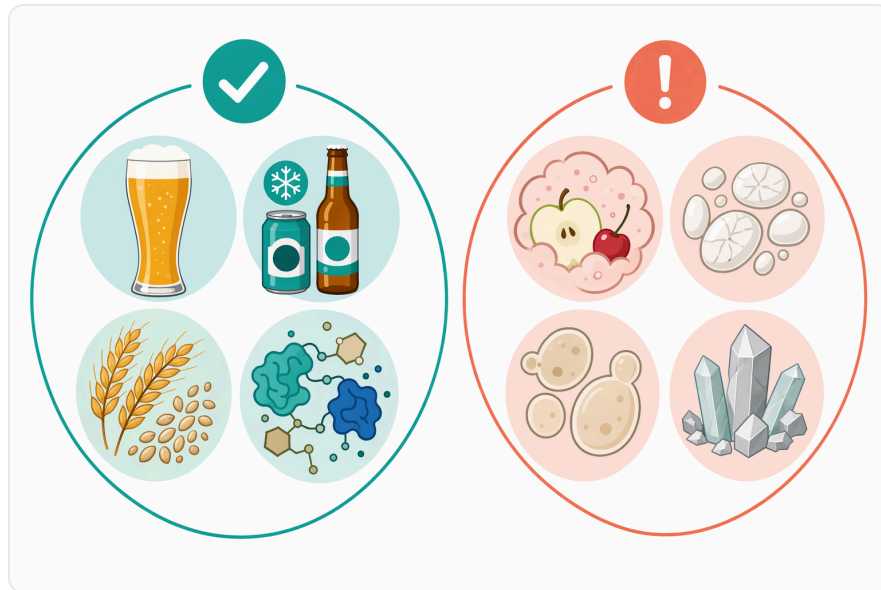
---

Aunque se trate de una enzima para uso alimentario, una proteasa es una proteína concentrada con actividad biológica y debe manipularse de acuerdo con la SDS suministrada. La exposición innecesaria a salpicaduras, aerosoles o contacto directo debe minimizarse mediante prácticas normales de higiene industrial y manipulación de enzimas. El producto se entrega con documentación de lote, incluyendo CoA y SDS junto con el pedido, lo que permite integrarlo en los registros internos de recepción y uso .

Enzymes.bio actúa como proveedor en línea, no como fabricante ni laboratorio. El producto se vende directamente en la web en unidades de 1 kg; una vez realizado el pedido y el pago, se procesa el envío según el flujo comercial del sitio. Esta información comercial debe separarse de la validación de proceso: el CoA y la SDS documentan el suministro, mientras que el desempeño en una cerveza concreta depende de la matriz, el momento de aplicación y el objetivo tecnológico .

## Perspectiva de sostenibilidad y uso eficiente de materias primas

La estabilidad de cerveza no solo es un tema estético. La turbidez no deseada puede generar rechazo comercial, devoluciones o pérdidas de producto, especialmente en estilos donde la claridad forma parte de la especificación. Una intervención que reduzca inestabilidad coloidal puede contribuir a mantener calidad durante distribución y vida útil, siempre que se aplique al mecanismo correcto.



**Figure 7.** 프롤린 프로테아제는 혼탁이 단백질과 관련되어 있고 프롤린이 풍부한 곡물 단백질 분획이 불안정성에 관여할 때 가장 적합합니다.

Además, la investigación sobre bagazo y levadura cervecera muestra que la industria cervecera está prestando creciente atención a la valorización de corrientes secundarias. El bagazo, por su alta proporción dentro de los subproductos y por su contenido en fibra y proteína, se ha convertido en una materia prima estudiada para extracción de compuestos bioactivos, hidrólisis y aplicaciones alimentarias <sup>[6]</sup>.

Los hidrolizados de bagazo y levadura con propiedades antioxidantes ilustran cómo la proteólisis puede transformar fracciones de bajo valor en ingredientes con funcionalidad potencial. Aunque esta línea no debe confundirse con el uso directo de proteasa de prolina para estabilizar cerveza, ambas comparten un principio: la modificación enzimática controlada permite cambiar el comportamiento de proteínas derivadas del proceso cervecero <sup>[10]</sup>.

## Conclusión técnica

---

La proteasa de prolina alimentaria líquida para cerveza es una herramienta específica para gestionar proteínas y péptidos ricos en prolina que pueden contribuir a turbidez fría mediante complejos proteína-polifenol. Su mecanismo es molecular: hidroliza regiones peptídicas susceptibles, reduce la capacidad de agregación y ayuda a prevenir una parte de la inestabilidad coloidal antes de que se manifieste visualmente .

Su mejor encaje está en cervezas y bebidas donde la causa de la turbidez es proteica, no en sistemas dominados por levadura, almidón, pectina, minerales o partículas no proteicas. También puede ser relevante en procesos especializados de modificación de fragmentos prolinados, incluidos flujos donde se evalúa reducción de componentes relacionados con gluten, siempre con validación del producto final.

Para clientes B2B, la lectura equilibrada es clara: esta enzima puede aportar valor cuando se integra con conocimiento del proceso, del perfil proteico y del objetivo de estabilidad. Enzymes.bio la suministra en línea como proveedor en unidades de 1 kg, con CoA y SDS incluidos junto con el pedido, pero el rendimiento tecnológico debe evaluarse en el contexto real de cada cerveza o bebida .

### **Pedir Food-Grade Protease Proline Protease Liquid Brewing Additive 100G 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 Proline Protease Liquid Brewing Additive 100G →](#)

## 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. Celus, I., Brijs, K., & Delcour, J. (2007). Enzymatic hydrolysis of brewers' spent grain proteins and technofunctional properties of the resulting hydrolysates. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55 21, 8703-10 .
2. Jones, B. (2005). The endogenous endoprotease inhibitors of barley and malt and their roles in malting and brewing. *Journal of Cereal Science*, 42, 271-280.
3. Laus, A., Endres, F., Hutzler, M., Zarnkow, M., & Jacob, F. (2022). Isothermal Mashing of Barley Malt: New Insights into Wort Composition and Enzyme Temperature Ranges. *Food and Bioprocess Technology*, 15, 2294 - 2312.

4. Treimo, J., Westereng, B., Horn, S., Forssell, P., Robertson, J., Faulds, C., Waldron, K., ... et al. (2009). Enzymatic solubilization of brewers' spent grain by combined action of carbohydrases and peptidases. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57 8, 3316-24 .
5. Aiello, G., Li, Y., Xu, R., Boschin, G., Juodeikiene, G., & Arnoldi, A. (2021). Composition of the Protein Ingredients from Insoluble Oat Byproducts Treated with Food-Grade Enzymes, Such as Amylase, Cellulose/Xylanase, and Protease. *Foods*, 10.
6. Bonifácio-Lopes, T., Teixeira, J., & Pintado, M. (2019). Current extraction techniques towards bioactive compounds from brewer's spent grain – A review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 60, 2730 - 2741.
7. Kemppainen, K., Rommi, K., Holopainen, U., & Kruus, K. (2016). Steam explosion of Brewer's spent grain improves enzymatic digestibility of carbohydrates and affects solubility and stability of proteins. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 180, 94-108.
8. Zhang, J., Perez-Gavilan, A., & Neves, A. C. (2024). Determination of Functionalities of Proteins and Their Corresponding Hydrolysates from Brewers' Spent Grain. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*, 83, 203 - 214.
9. Marson, G. V., Castro, R. J. S., Belleville, M., & Hubinger, M. (2020). Spent brewer's yeast as a source of high added value molecules: a systematic review on its characteristics, processing and potential applications. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, 36, 1-22.
10. Vieira, E., Teixeira, J. V., & Ferreira, I. (2016). Valorization of brewers' spent grain and spent yeast through protein hydrolysates with antioxidant properties. *European Food Research and Technology*, 242, 1975-1984.

## 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.