

# Transglutaminase: enzima para textura, cohesión proteica y aplicaciones en alimentos, lácteos, carnes y proteínas vegetales

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

La **transglutaminase** es una enzima que une proteínas mediante enlaces covalentes entre residuos de glutamina y aminas primarias, especialmente lisina, formando redes proteicas más cohesionadas. En aplicaciones industriales se usa para mejorar textura, firmeza, elasticidad, retención de agua y estabilidad de matrices ricas en proteína, como carnes procesadas, pescado, lácteos, masas y alternativas vegetales. Enzymes.bio suministra Transglutaminase para compra directa en línea en unidades de **1 kg**, con CoA y SDS proporcionados junto con el pedido.

## Qué es la transglutaminase y por qué interesa en formulación proteica

La transglutaminase es una enzima modificadora de proteínas: no “rellena” una formulación ni actúa como un espesante convencional, sino que cambia la arquitectura de las proteínas ya presentes. Su reacción central es una transferencia acilo en la que un residuo de glutamina actúa como donador y una amina primaria actúa como aceptora; cuando la amina procede de una lisina de otra cadena proteica, se forma un enlace covalente tipo  $\epsilon$ -( $\gamma$ -glutamil)lisina. En términos de proceso, una reacción útil de entrecruzamiento convierte dos puntos reactivos —una glutamina accesible y una amina aceptora— en un puente covalente estable dentro de la matriz proteica <sup>[1]</sup>.

En la industria alimentaria, la forma más relevante es la **microbial transglutaminase** o transglutaminasa microbiana, estudiada por su capacidad de mejorar propiedades tecnofuncionales en sistemas de carne, pescado, leche, huevo, cereales y proteínas vegetales. Las revisiones recientes la describen como una herramienta de biotecnología alimentaria con aplicaciones consolidadas y emergentes, especialmente cuando el objetivo es reforzar geles, aumentar cohesión entre partículas o mejorar la estabilidad de productos proteicos procesados <sup>[2]</sup>.

Conviene distinguir este uso industrial de otros términos que aparecen en búsquedas médicas, como **tissue transglutaminase**, **transglutaminase 2**, **TG2 transglutaminase**, **tissue transglutaminase antibody**, **test anti transglutaminase**, **tissue transglutaminase IgA**, **tissue transglutaminase blood test**, **serum tissue transglutaminase level**, **anti tissue transglutaminase level** o **transglutaminase celiac disease**. Esos términos se relacionan con proteínas humanas, anticuerpos y pruebas clínicas; no describen el producto industrial de transglutaminase usado para modificar proteínas en matrices tecnológicas. Este artículo se centra en la enzima para aplicaciones B2B de formulación, no en interpretación de niveles clínicos, rangos normales de tissue transglutaminase IgA ni diagnóstico.

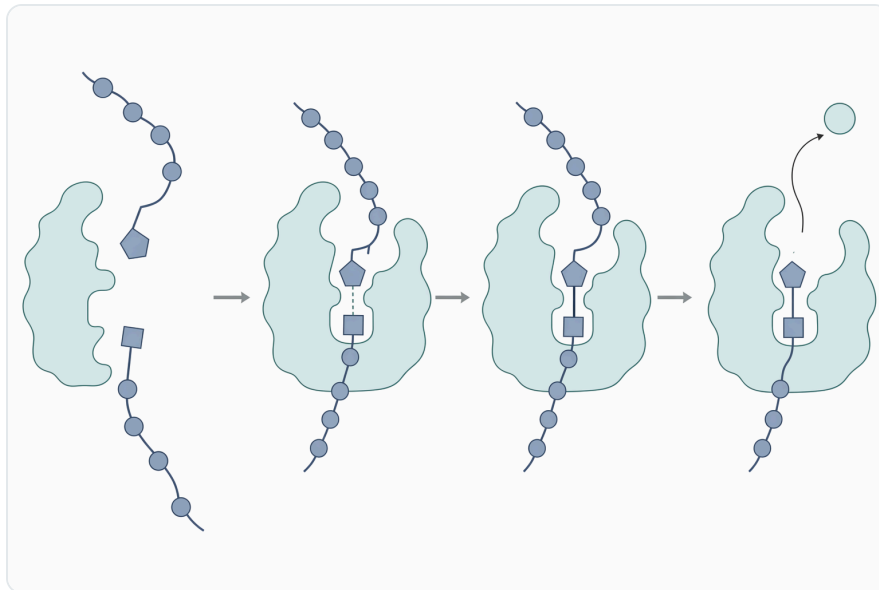
## Mecanismo bioquímico: cómo forma enlaces entre proteínas

---

La acción de la transglutaminase puede resumirse en tres etapas. Primero, la enzima reconoce un residuo de glutamina accesible en una proteína o péptido. Segundo, el centro catalítico forma un intermediario acil-enzima y libera amoníaco como subproducto de la desamidación del grupo amida de la glutamina. Tercero, el grupo acilo se transfiere a una amina primaria: si la amina pertenece a una lisina de otra proteína, se forma un enlace proteína-proteína; si el agua compete como aceptora, la reacción puede terminar como hidrólisis en lugar de entrecruzamiento <sup>[1]</sup>.

Este detalle mecánico explica por qué la enzima no actúa igual en todas las materias primas. Para que haya mejora de textura debe existir, simultáneamente, una cantidad suficiente de glutaminas accesibles, aminas primarias accesibles, movilidad molecular y una distribución homogénea de la enzima. Una proteína muy compacta, poco hidratada o protegida por grasa, polisacáridos o agregados previos puede ofrecer menos sitios reactivos aunque su composición global sea rica en proteína <sup>[3]</sup>.

La consecuencia funcional de la reacción es la formación de una red proteica más conectada. En un gel, esa red puede resistir mejor la deformación y reducir la separación de agua; en una carne reestructurada puede mejorar la cohesión entre fragmentos; en una matriz vegetal puede ayudar a que proteínas dispersas formen una estructura más continua. Sin embargo, la misma química que mejora cohesión también puede producir exceso de firmeza si el proceso se lleva demasiado lejos, por lo que el efecto deseado depende del equilibrio entre reacción enzimática, hidratación, mezcla, temperatura, pH, sal y tratamiento térmico posterior <sup>[4]</sup>.



**Figure 1.** 트랜스글루타미나아제는 단백질에 결합된 글루타민 잔기와 라이신 잔기 같은 아민 공여체 사이의 공유 교차결합을 촉매한다.

## Transglutaminase microbiana frente a tissue transglutaminase

La expresión “transglutaminase enzyme” cubre una familia amplia de enzimas con funciones y orígenes diferentes. En formulación industrial, la más citada es la transglutaminase microbiana, valorada porque funciona como herramienta tecnológica para modificar proteínas en alimentos y otros sistemas ricos en biopolímeros. En cambio, **tissue transglutaminase** o **transglutaminase 2** se refiere a una enzima presente en tejidos humanos y animales, con funciones biológicas y relevancia clínica distinta [5].

Esta diferencia importa porque muchos usuarios llegan a la palabra transglutaminase mediante búsquedas como “test IgA anti transglutaminase”, “tissue transglutaminase level” o “tissue transglutaminase IgA normal range”. Esas búsquedas pertenecen al ámbito diagnóstico y no deben confundirse con la compra de transglutaminase para aplicaciones de textura. Enzymes.bio ofrece Transglutaminase como insumo enzimático para uso técnico conforme a la validación del usuario, no como reactivo diagnóstico ni como material para interpretar anticuerpos anti-transglutaminasa.

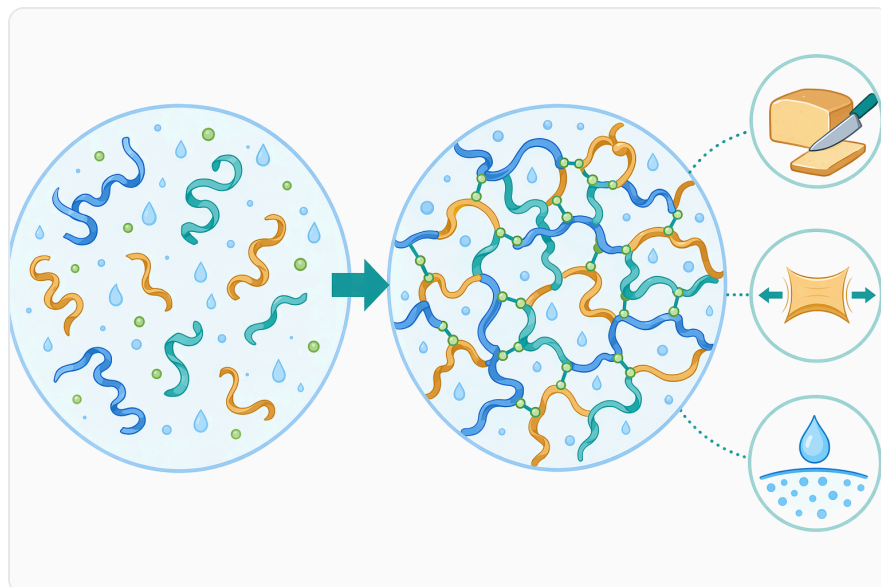
Desde la perspectiva de aplicación, la transglutaminase microbiana se aprecia porque permite modificar redes proteicas sin depender exclusivamente de calor intenso, sales elevadas o grandes cambios de formulación. Las revisiones sobre aplicaciones industriales destacan su uso en alimentos proteicos y su interés en sistemas más sostenibles, incluidas formulaciones basadas en proteínas alternativas [6].

## Qué propiedades puede mejorar en una matriz proteica

La transglutaminase se utiliza cuando el problema tecnológico principal está relacionado con la estructura proteica. Si una matriz se desmorona, pierde agua, no corta limpiamente o tiene una textura demasiado frágil, la formación de enlaces covalentes entre proteínas puede ayudar a construir una red más estable. El efecto no procede de una simple subida de viscosidad, sino de una reorganización molecular que puede modificar firmeza, elasticidad, mordida, cohesión y comportamiento durante el corte [3].

En productos gelificados, la enzima puede reducir sinéresis al reforzar la red que inmoviliza el agua. En productos particulados, puede unir fragmentos mediante proteínas superficiales reactivas. En emulsiones o sistemas mixtos, puede complementar la funcionalidad de proteínas que ya estabilizan agua y grasa. El resultado final depende de la matriz completa: una formulación con proteína insuficiente, sitios reactivos poco accesibles o mezcla deficiente no obtendrá el mismo resultado que una formulación con proteínas hidratadas y bien dispersas [4].

También es importante entender el límite de la enzima. La transglutaminase no corrige por sí sola una materia prima degradada, una relación agua/proteína mal diseñada, una emulsión inestable por falta de fase continua ni una textura defectuosa por proceso térmico inadecuado. Su valor está en ajustar la red proteica dentro de una formulación coherente, no en sustituir el trabajo de desarrollo del producto.



**Figure 2.** 단백질 교차결합은 느슨한 단백질 집합체를 서로 다른 물리적 거동을 보이는 더 응집력 있는 식품 매트릭스로 전환한다.

## Aplicaciones industriales principales

---

### Carnes procesadas y productos reestructurados

En matrices cárnicas, la transglutaminase puede ayudar a unir proteínas musculares y fragmentos de carne, generando una estructura más continua. La reacción se produce principalmente sobre proteínas accesibles de la superficie de las partículas o extraídas durante mezcla y salado, lo que explica por qué la distribución y la hidratación influyen de manera decisiva. Cuando la red proteica se forma correctamente, el producto puede presentar mejor integridad al corte, menor desmoronamiento y textura más uniforme <sup>[3]</sup>.

La enzima es especialmente relevante en productos formados, preparados cárnicos, piezas reestructuradas y sistemas donde la unión entre partículas determina la calidad visual y mecánica. No obstante, la matriz cárnica contiene variables complejas: grasa, sal, pH, proteína miofibrilar disponible, temperatura de reposo y tratamiento térmico posterior. Si el sistema tiene poca proteína funcional expuesta, la enzima tendrá menos puntos de anclaje para crear enlaces.

### Pescado, surimi y mariscos

En pescado y surimi, la calidad del gel proteico es crítica. La transglutaminase puede reforzar redes de proteínas miofibrilares, contribuyendo a una textura más elástica y resistente. La mejora se entiende por la formación de puentes covalentes entre cadenas proteicas que ya participan en el gel, aumentando la continuidad de la red y la resistencia a deformación <sup>[5]</sup>.

Estas matrices son sensibles a oxidación, proteólisis, congelación previa y variaciones de materia prima. Por ello, la enzima funciona mejor cuando las proteínas conservan capacidad de interacción y cuando el proceso evita heterogeneidad. Un exceso de reacción o una distribución irregular puede generar zonas demasiado firmes junto a zonas blandas.

### Lácteos, yogures, quesos frescos y proteínas de leche

En sistemas lácteos, la transglutaminase puede modificar caseínas y, bajo condiciones adecuadas, proteínas del suero. La consecuencia práctica puede ser una red de gel más resistente, con cambios en viscosidad, firmeza y retención de agua. En yogures, postres lácteos, quesos frescos o bebidas proteicas gelificadas, la enzima se usa como herramienta para ajustar textura y reducir separación de suero cuando la formulación lo permite <sup>[7]</sup>.

La respuesta depende de la relación entre caseína y proteínas séricas, del tratamiento térmico previo, de la acidez y del orden de proceso. Por ejemplo, si las proteínas del suero han sido desnaturalizadas y quedan asociadas a la fase caseínica, pueden participar de manera distinta en la red. La transglutaminase debe considerarse parte del diseño global de la matriz láctea, no un corrector aislado.

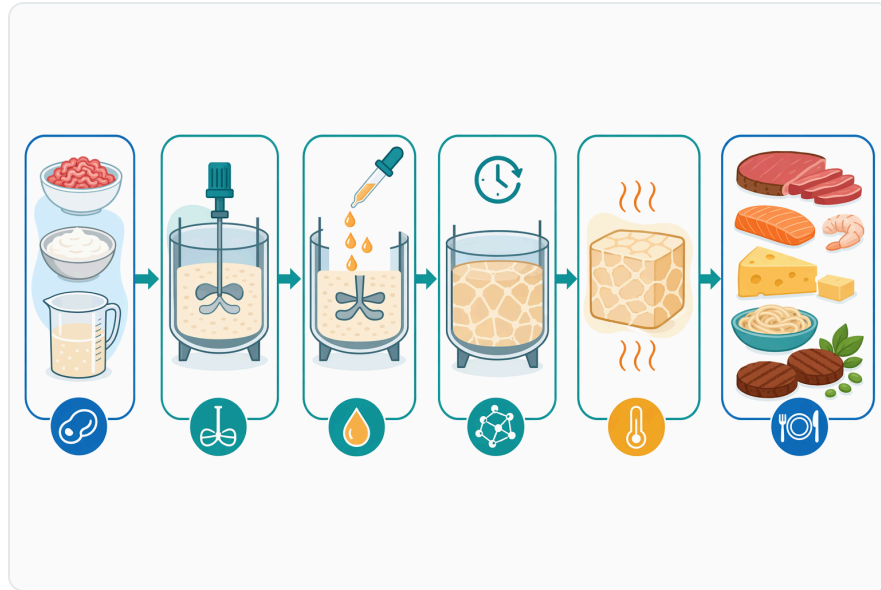


Figure 3. 고기 결착에는 노출된 살코기 단백질 표면, 효소의 균일한 분포, 밀접한 접촉, 반응 시간, 그리고 제품에 맞는 후속 취급이나 조리가 필요하다.

### Panificación, masas y sistemas con gluten

En panificación y masas, la transglutaminase puede modificar redes proteicas asociadas al gluten u otras proteínas añadidas. El objetivo suele ser mejorar resistencia, manejo, cohesión o estructura final, especialmente en formulaciones donde la red proteica necesita refuerzo. La reacción puede aumentar la conectividad de las proteínas, pero también puede reducir extensibilidad si se genera demasiado entrecruzamiento [8].

El equilibrio es particularmente importante en masas: una red más fuerte no siempre equivale a mejor producto. La masa debe poder mezclarse, laminarse, expandirse o retener gas según el caso. Por eso, en productos de panificación, el resultado depende de harina, proteínas añadidas, hidratación, fermentación, grasa, azúcares y proceso térmico.

### Alternativas vegetales, proteínas híbridas y “future foods”

Las proteínas vegetales presentan retos conocidos: menor solubilidad en algunos sistemas, perfiles de aminoácidos distintos, estructuras globulares compactas, sabores característicos y texturas menos fibrosas que las proteínas animales. La transglutaminase puede contribuir a construir redes más

cohesionadas en hamburguesas vegetales, análogos de pescado, productos híbridos animal-vegetal, geles proteicos y matrices de alto contenido proteico [6].

Su eficacia en proteínas vegetales depende de la accesibilidad de glutaminas y lisinas, del pretratamiento de la proteína, de la hidratación y de la presencia de componentes que interfieran. Algunas matrices vegetales contienen fibra, almidón, polifenoles, lípidos o sales que alteran la movilidad de proteínas y enzima. Cuando el diseño es adecuado, la enzima puede ayudar a mejorar mordida, cohesión y estabilidad, pero no reemplaza la selección correcta de proteína base.

## Biomateriales y aplicaciones técnicas no alimentarias

La capacidad de unir proteínas también explica el interés de la transglutaminase fuera del sector alimentario. Las revisiones sobre biotecnología y aplicaciones industriales describen usos potenciales en materiales proteicos, hidrogeles, inmovilización y sistemas donde se busca una unión covalente controlada entre biopolímeros [1].

En aplicaciones no alimentarias, la especificación requerida puede ser muy distinta a la de una formulación alimentaria general. El usuario debe evaluar compatibilidad, pureza necesaria, requisitos regulatorios, documentación interna y condiciones de seguridad según el uso final. Enzymes.bio no presenta este producto como material clínico, diagnóstico ni terapéutico.

## Comparación de aplicaciones por matriz

| Matriz de aplicación | Mecanismo funcional dominante                                  | Beneficios técnicos esperables                                | Factores que más condicionan el resultado                           |
|----------------------|--|---|---|
| Carnes procesadas    | Entrecruzamiento de proteínas musculares y proteínas extraídas | Cohesión, rebanabilidad, menor desmoronamiento                | Proteína disponible, sal, grasa, mezclado, reposo y cocción         |
| Pescado y surimi     | Refuerzo de geles miofibrilares                                | Elasticidad, firmeza, estabilidad al corte                    | Frescura, congelación previa, pH, oxidación y tratamiento térmico   |
| Lácteos              | Modificación de caseínas y proteínas séricas accesibles        | Menor sinéresis, gel más estable, textura más cremosa o firme | Relación caseína/suero, acidez, calor previo y fermentación         |
| Masas y panificación | Conectividad adicional en redes de gluten o proteínas añadidas | Mayor resistencia estructural en ciertas formulaciones        | Hidratación, fermentación, extensibilidad y balance de ingredientes |

| Matriz de aplicación    | Mecanismo funcional dominante                                 | Beneficios técnicos esperables           | Factores que más condicionan el resultado                              |
|-------------------------|---|--|--|
| Proteínas vegetales     | Unión entre proteínas accesibles en matrices hidratadas       | Mejor mordida, cohesión y estructura     | Tipo de proteína, pretratamiento, fibra, almidón, polifenoles y mezcla |
| Biomateriales proteicos | Formación controlada de enlaces covalentes entre biopolímeros | Redes, hidrogeles o conjugados proteicos | Requisitos de pureza, compatibilidad, validación y regulación          |

La tabla resume tendencias generales; no debe interpretarse como garantía de desempeño universal. Las revisiones sobre transglutaminase en la industria alimentaria coinciden en que el potencial de aplicación es amplio, pero dependiente de la formulación y del proceso específico [3].

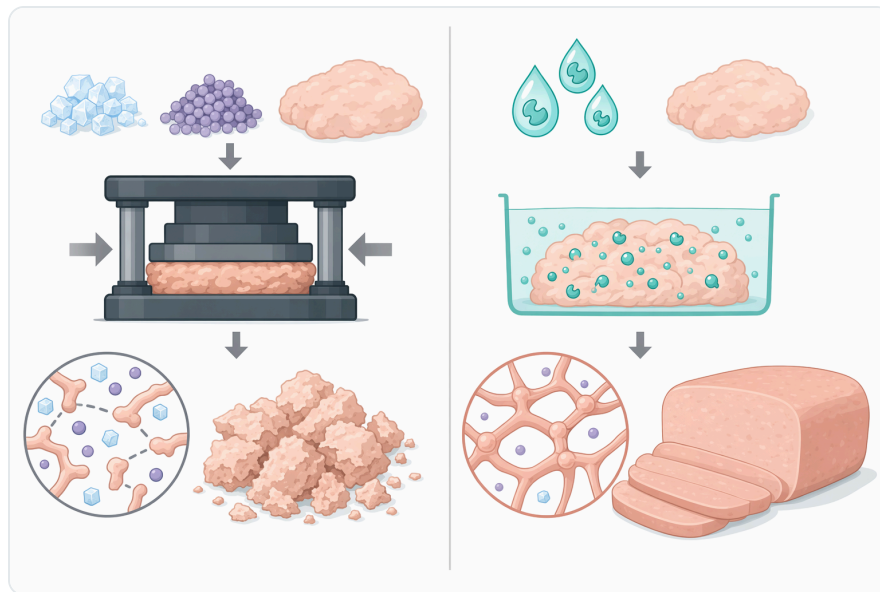


Figure 4. 유제품 시스템에서 트랜스글루타미나아제는 눈에 보이는 표면 접촉 제처럼 작용하기보다 단백질 네트워크의 연결성을 변화시킨다.

## Variables de proceso que determinan el desempeño

### Accesibilidad de sustratos proteicos

La transglutaminase necesita residuos de glutamina y aminos primarias accesibles. Si las proteínas están plegadas de forma compacta, agregadas de manera irreversible o atrapadas en una fase poco hidratada, la enzima tendrá menos contacto con sus sustratos. En muchos sistemas, la hidratación, el mezclado y una desnaturalización parcial controlada aumentan la disponibilidad de sitios reactivos sin destruir la funcionalidad de la proteína [1].

## Distribución homogénea

La reacción ocurre donde la enzima entra en contacto con proteínas reactivas. Si la distribución es irregular, el producto puede presentar zonas con textura excesivamente firme y otras con baja cohesión. Por eso, en matrices de alta viscosidad, masas densas o mezclas con partículas grandes, la fase de incorporación es tan importante como la propia reacción.

## Tiempo de contacto

La formación de enlaces no es instantánea. La enzima necesita tiempo para difundirse, reconocer sustratos, formar el intermediario catalítico y transferir el grupo acilo a una amina aceptora. Un tiempo insuficiente puede generar poco efecto; un tiempo excesivo, dependiendo de la matriz, puede producir firmeza elevada o pérdida de extensibilidad. La optimización debe equilibrar textura objetivo, flujo de proceso y estabilidad del producto <sup>[4]</sup>.

## Temperatura y etapa térmica posterior

La temperatura afecta simultáneamente la velocidad de reacción, la estabilidad de la enzima y el estado físico de las proteínas. A temperaturas compatibles, la reacción puede avanzar de forma eficiente; si la temperatura altera demasiado la proteína o inactiva la enzima, el resultado cambia. En muchos procesos, el tratamiento térmico posterior cumple una doble función: fija la textura final mediante coagulación o gelificación adicional y reduce la actividad enzimática residual <sup>[8]</sup>.

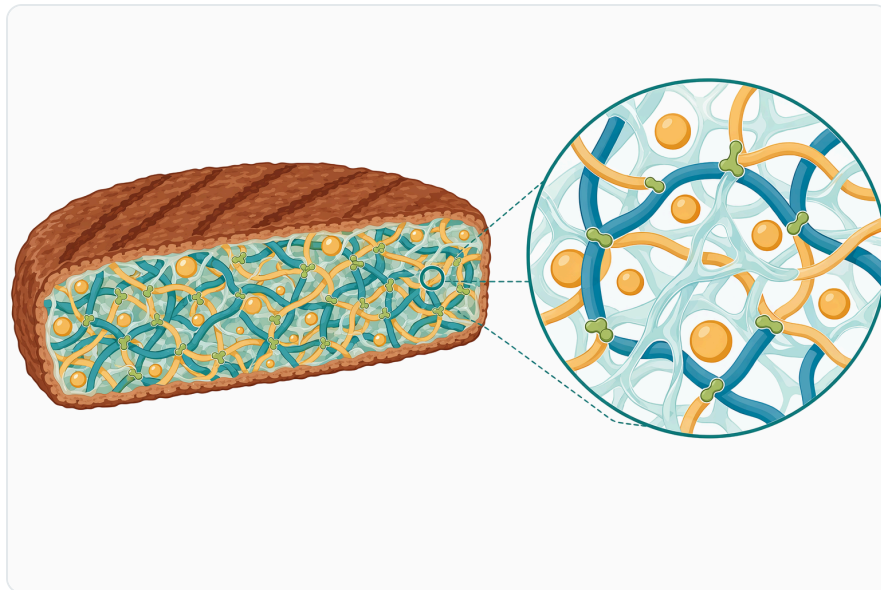
## pH, salinidad y composición de la matriz

El pH modifica la carga de las proteínas, su solubilidad y la disponibilidad de grupos amina. La sal puede favorecer la extracción de proteínas en carnes y pescados, pero también altera fuerza iónica, hidratación y textura. Grasas, almidones, fibras, hidrocoloides, polifenoles, conservantes y otros ingredientes pueden modificar la accesibilidad de proteínas o la movilidad de la enzima. Por ello, la transglutaminase debe evaluarse dentro de la formulación completa, no como una variable aislada <sup>[5]</sup>.

## Beneficios técnicos realistas y límites de uso

---

El beneficio más directo es la **cohesión proteica**. En productos que se rompen, se desmoronan o no mantienen forma durante corte y cocción, el entrecruzamiento puede aportar integridad estructural. Esta mejora es especialmente útil cuando la matriz ya contiene proteínas capaces de formar una red, pero necesita un refuerzo covalente adicional para mantener la forma final <sup>[3]</sup>.



**Figure 5.** 식물성 대체육은 씹는 식감과 형태 유지력을 만들기 위해 효소적 단백질 교차결합을 다른 구조화 시스템과 결합할 수 있다.

Otro beneficio frecuente es la **mejora de textura**. Dependiendo de la matriz, puede observarse más firmeza, elasticidad, mordida o estabilidad. En lácteos y geles, el resultado puede percibirse como un gel más liso o menos propenso a separar agua. En carnes y alternativas vegetales, puede traducirse en mejor unión y menor fragmentación durante manipulación.

El límite principal es que la enzima no crea proteína nueva. Si la formulación carece de suficiente proteína funcional, si la matriz está dominada por grasa o almidón sin una red proteica continua, o si los sitios reactivos no son accesibles, el efecto será limitado. Además, una reacción demasiado intensa puede endurecer el producto, reducir extensibilidad o generar una textura menos natural. La transglutaminase es una herramienta de precisión formulativa, no una solución universal <sup>[4]</sup>.

## Seguridad, documentación y responsabilidad de uso

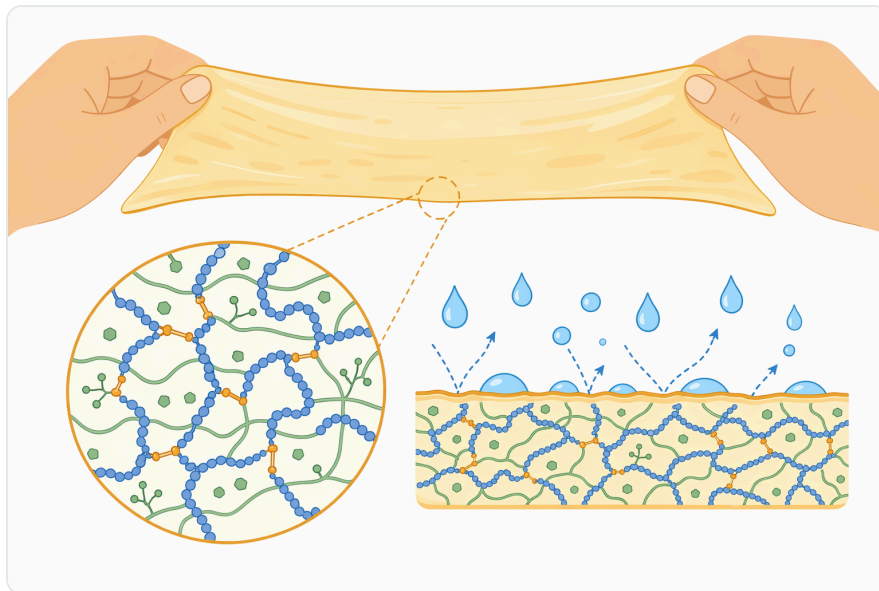
Enzymes.bio suministra Transglutaminase como producto disponible para compra directa en línea en unidades de **1 kg**. El **certificado de análisis —CoA—** y la **ficha de datos de seguridad —SDS—** se proporcionan junto con el pedido. La SDS debe consultarse antes de manipular el producto, especialmente en entornos donde haya exposición a polvos o aerosoles enzimáticos.

El usuario es responsable de validar la idoneidad del producto para su aplicación final y de verificar el cumplimiento regulatorio aplicable en su jurisdicción. Esto incluye requisitos de etiquetado, uso alimentario, seguridad ocupacional, compatibilidad con otros ingredientes y documentación interna. Enzymes.bio actúa como proveedor en línea del producto; no se presenta como fabricante, laboratorio de análisis ni entidad que apruebe formulaciones finales.

También debe evitarse la confusión con términos clínicos. Consultas como “where to buy transglutaminase” pueden referirse a enzima para formulación, mientras que “tissue transglutaminase antibodies” o “test anti transglutaminase” se relacionan con contextos médicos. La transglutaminase descrita aquí no es un kit de análisis, no sirve para medir serum tissue transglutaminase level y no se usa para interpretar anti tissue transglutaminase level.

## Integración práctica en desarrollo de producto

El enfoque técnico recomendable es pensar en la transglutaminase como un modulador de red proteica. Primero se identifica la función que se desea mejorar: cohesión, firmeza, elasticidad, retención de agua, estabilidad al corte o reducción de sinéresis. Después se evalúa si la matriz contiene proteínas suficientemente reactivas y si el proceso permite hidratación, mezcla y tiempo de contacto adecuados. Las revisiones de aplicaciones industriales muestran que la enzima tiene un campo de uso amplio, pero siempre ligado a la estructura de cada sistema <sup>[3]</sup>.



**Figure 6.** 교차결합은 단백질 기반 식용 필름의 연결성을 높이고 기계적 강도를 강화하며 급격한 수분 변화에 덜 민감하게 만들 수 있다.

En carnes y pescados, el foco suele estar en la extracción y unión de proteínas miofibrilares. En lácteos, en la formación de geles de caseína y proteínas séricas. En masas, en la resistencia de la red proteica sin perder extensibilidad. En proteínas vegetales, en superar limitaciones de cohesión y mordida. Esta diversidad de aplicaciones se explica por el mismo mecanismo químico, pero el resultado sensorial y mecánico depende de la matriz <sup>[6]</sup>.

La validación interna debe observar no solo la textura final, sino también la uniformidad del producto, el comportamiento durante almacenamiento, la interacción con tratamiento térmico y la aceptación sensorial. Un producto más firme no siempre es mejor; el objetivo es alcanzar la textura correcta para el uso final. En ese sentido, la transglutaminase ofrece una vía técnica para ajustar estructura sin cambiar de forma dominante color, aroma o sabor, aunque la matriz completa siempre puede influir en la percepción final.

## Conclusión

---

La transglutaminase es una enzima de alto valor para formulaciones ricas en proteína porque cataliza la formación de enlaces covalentes entre glutaminas y aminos primarias, generando redes proteicas más estables. Su mecanismo explica beneficios prácticos como mayor cohesión, firmeza, elasticidad, estabilidad de geles y retención de agua en carnes, pescado, lácteos, masas, proteínas vegetales y ciertos biomateriales <sup>[1]</sup>.

La transglutaminase microbiana es la variante más relevante para aplicaciones industriales de alimentos y sistemas proteicos, con literatura amplia sobre innovación, aplicaciones actuales y perspectivas en proteínas sostenibles <sup>[2]</sup>. Su desempeño, sin embargo, depende de la formulación y del proceso: proteína accesible, hidratación, distribución homogénea, tiempo de contacto, pH, salinidad, temperatura y tratamiento posterior determinan el resultado.

Enzymes.bio ofrece Transglutaminase para compra directa en línea en unidades de **1 kg**. El CoA y la SDS se proporcionan junto con el pedido, y el usuario debe validar el uso conforme a su aplicación, proceso y marco regulatorio aplicable.

### Pedir Transglutaminase 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 Transglutaminase →](#)

## 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. Kieliszek, M. (2026). Microbial transglutaminase in food biotechnology: from biochemical mechanisms to industrial applications. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 110.
2. Akbari, M., Razavi, S., & Kieliszek, M. (2021). Recent advances in microbial transglutaminase biosynthesis and its application in the food industry. *Trends in Food Science and Technology*, 110, 458-469.
3. Muhammad, A. S., Abdulqader, A., Al-Ansi, W., Sajid, B., Al-Jaberi, H., Ejaz, S., Habimana, ... et al. (2021). Current industrial applications of microbial transglutaminase: A review. *International Journal of Advanced engineering Management and Science*.
4. Miwa, N. (2020). Innovation in the food industry using microbial transglutaminase: Keys to success and future prospects. *Analytical Biochemistry*, 113638 .
5. Kolotylo, V., Piwowarek, K., & Kieliszek, M. (2023). Microbiological transglutaminase: Biotechnological application in the food industry. *Open Life Sciences*, 18.
6. Zhou, Z., Jiao, D., He, Y., Zuo, E., Lu, Z., Chen, G., Ding, K., ... et al. (2025). Transglutaminase in Future Foods: Molecular Engineering Strategies and Applications in Sustainable Protein Systems. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.
7. Khan, M. U., Farid, A., Liu, S., Zhen, L., Alahmad, K., Chen, Z., & Kong, L. (2025). Innovative approaches for enzyme immobilization in milk processing: advancements and industrial applications. *Critical reviews in food science and nutrition*, 65, 6751 - 6770.
8. Багрянцева, О. В., Хотимченко, С. А., Шевелева, С. А., Минаева, Л. П., & Семенова, П. А. (2021). About using transglutaminase enzyme in the food industry. *Food processing industry*.

## 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.