

# Glucose Isomerase: enzima para jarabes de alta fructosa, conversión de glucosa-fructosa y biocatálisis de azúcares

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

**Respuesta directa:** La **Glucose Isomerase** es una isomerasa industrial que cataliza la conversión reversible de **D-glucosa en D-fructosa** y, por su actividad sobre D-xilosa, también se conoce como **xylose isomerase**. Su aplicación más consolidada es la producción de **jarabes de alta fructosa** a partir de jarabes ricos en glucosa derivados del almidón, donde permite una conversión selectiva bajo condiciones de proceso más controladas que las rutas químicas alcalinas <sup>[1]</sup>.

## Qué es Glucose Isomerase y por qué importa en procesos B2B

La **Glucose Isomerase** —también llamada **D-glucose isomerase**, **D-xylose isomerase** o **xylose isomerase** según el contexto— pertenece a la clase de enzimas que catalizan reordenamientos intramoleculares. En la práctica industrial, su función principal es transformar parte de la glucosa en fructosa sin romper la molécula de azúcar ni incorporar nuevos átomos: glucosa y fructosa comparten la misma fórmula molecular, pero difieren en la posición del grupo carbonilo y en su forma predominante en solución <sup>[1]</sup>.

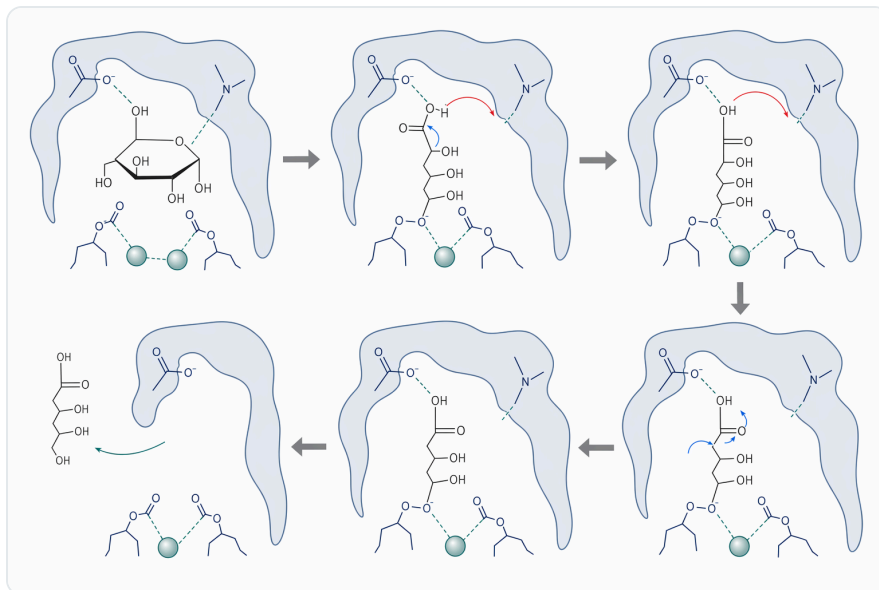
Esta reacción es importante porque la glucosa es abundante y puede obtenerse de forma eficiente mediante hidrólisis enzimática del almidón, mientras que la fructosa aporta mayor dulzor relativo y propiedades funcionales distintas en formulaciones líquidas. La Glucose Isomerase conecta esas dos realidades: convierte una corriente rica en glucosa en una mezcla glucosa-fructosa útil para alimentos, bebidas y aplicaciones de procesamiento de carbohidratos <sup>[2]</sup>.

Aunque el nombre “Glucose Isomerase” destaca la conversión glucosa-fructosa, muchas enzimas industriales de esta familia fueron estudiadas originalmente como **xylose isomerasas**, porque también catalizan la conversión de **D-xilosa en D-xilulosa**. Esta dualidad explica por qué la literatura técnica usa ambos nombres y por qué la enzima interesa tanto a la industria alimentaria como a la investigación en biorrefinerías y fermentación de azúcares derivados de biomasa <sup>[3]</sup>.

Desde la perspectiva de compra B2B, la enzima se valora por su madurez técnica, por su integración con procesos de almidón ya establecidos y por la abundante evidencia acumulada sobre inmovilización, estabilidad operativa, estructura, ingeniería de proteínas y control de la reacción. Enzymes.bio actúa como **proveedor en línea** de Glucose Isomerase en unidades de **1 kg**; el **CoA** y la **SDS** se proporcionan junto con el pedido.

## Mecanismo: cómo convierte glucosa en fructosa

La reacción catalizada por Glucose Isomerase es una isomerización aldosa-cetosa. La D-glucosa es una aldosa y la D-fructosa es una cetosa; la enzima facilita el cambio de posición del grupo carbonilo mediante un sitio activo que orienta el azúcar, estabiliza intermediarios y reduce la energía necesaria para alcanzar el estado de transición [1].



**Figure 1.** 포도당 이성화효소는 금속 보조 알도스-케토스 재배열을 통해 D-포도당이 D-과당으로 가역적으로 이성화되는 반응을 촉매한다.

En solución, la glucosa existe mayoritariamente en formas cíclicas, pero la isomerización requiere una forma abierta del azúcar. La enzima favorece la unión del sustrato en una conformación compatible con la apertura del anillo y con la transferencia intramolecular necesaria para convertir la aldosa en cetosa. En términos concretos, la proteína no “añade fructosa” al sistema: reorganiza la misma molécula de glucosa para formar fructosa, y la reacción puede avanzar en ambos sentidos hasta alcanzar equilibrio [1].

Un rasgo clave de esta familia enzimática es la participación de **iones metálicos divalentes** en el sitio activo. Estos cationes coordinan grupos oxígeno del sustrato, contribuyen a polarizar enlaces y estabilizan cargas durante el reordenamiento. La investigación estructural y funcional de

glucose/xylose isomerase ha mostrado que la arquitectura del sitio activo y su entorno electrostático determinan tanto la eficiencia catalítica como el perfil de actividad frente a pH y sustratos <sup>[4]</sup>.

La reacción no suele llegar a conversión completa de glucosa en fructosa porque es reversible y está gobernada por equilibrio termodinámico. Por esa razón, las corrientes comerciales de jarabe se diseñan como mezclas glucosa-fructosa, y cuando se necesita una fracción de fructosa más alta se recurre a integración de proceso, separación y mezcla, no simplemente a “más enzima” <sup>[1]</sup>.

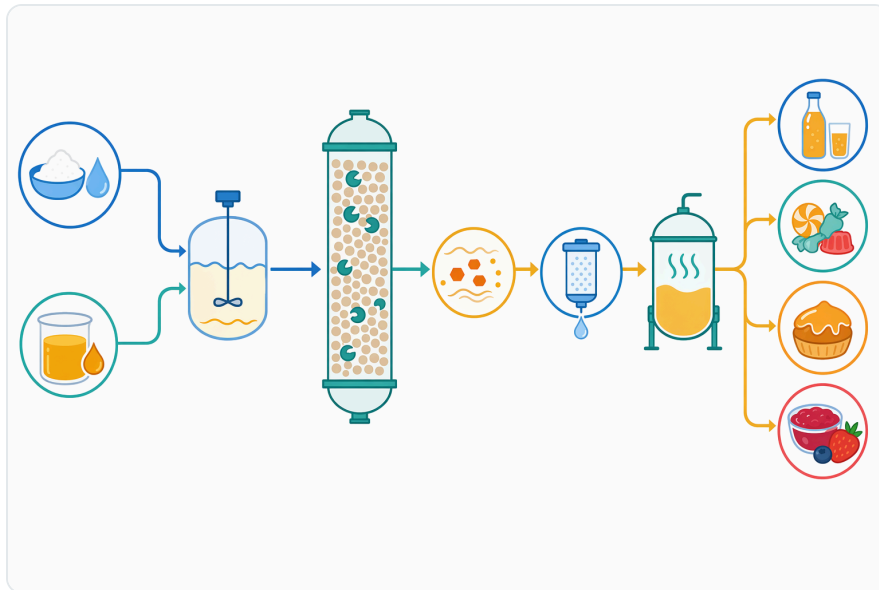
## **Papel histórico en los jarabes de alta fructosa**

---

La producción de jarabes de alta fructosa es una de las aplicaciones más conocidas de la biocatálisis industrial. El proceso parte normalmente de almidón, que se transforma primero en dextrinas y después en jarabes ricos en glucosa mediante enzimas amilolíticas; posteriormente, la Glucose Isomerase convierte una parte de esa glucosa en fructosa <sup>[2]</sup>.

La importancia económica de esta etapa radica en que permite obtener edulcorantes líquidos con composición ajustada y buena funcionalidad tecnológica. En la industria se describen composiciones comerciales donde el contenido de fructosa se sitúa aproximadamente alrededor de **42%** o **55%** sobre base de azúcares, según el esquema de isomerización, enriquecimiento y mezcla empleado. La primera composición puede obtenerse directamente por isomerización hasta equilibrio operativo, mientras que la segunda suele requerir enriquecimiento de fructosa y recombinación de corrientes <sup>[1]</sup>.

Frente a rutas químicas de isomerización, la solución enzimática destaca por su selectividad. La conversión alcalina de glucosa puede producir coloración, degradación y subproductos que afectan sabor y calidad; la Glucose Isomerase, en cambio, actúa sobre un enlaceamiento molecular específico y permite un control más fino de la matriz de carbohidratos <sup>[5]</sup>.



**Figure 2.** 산업용 포도당 이성화효소는 일반적으로 고정화 충전층 반응기에서 포도당 시럽으로부터 과당 함량이 높은 시럽을 생산하는 데 사용된다.

Los primeros desarrollos industriales de Glucose Isomerase inmovilizada demostraron que la enzima podía retenerse en soportes sólidos y operar en sistemas continuos, lo que resolvió un problema práctico: separar una enzima soluble del jarabe final sería costoso y poco conveniente. Los trabajos clásicos sobre enzima inmovilizada sentaron la base para columnas de proceso reutilizables y para la adopción a gran escala de esta biocatálisis [6].

### Tabla comparativa de aplicaciones industriales y nivel de madurez

Aplicación	Función de Glucose Isomerase	Nivel de madurez	Comentario técnico
Jarabes de alta fructosa	Convierte parte de D-glucosa en D-fructosa	Muy alto	Es la aplicación industrial más consolidada; se integra después de la sacarificación del almidón [1]
Procesamiento de almidón	Etapas posteriores a licuefacción y sacarificación	Muy alto	No reemplaza amilasas ni glucoamilasas; actúa sobre glucosa ya liberada [2]
Conversión de xilosa	Cataliza D-xilosa a D-xilulosa	Alto en investigación e ingeniería	Relevante para fermentación de pentosas y biotecnología de biomasa [3]
Producción de azúcares raros	Genera fructosa como intermediario hacia	Medio/emergente	Se combina con epimerasas o deshidrogenasas en rutas

Aplicación	Función de Glucose Isomerase	Nivel de madurez	Comentario técnico
	allulose/psicose u otros polioles		multienzimáticas <sup>[7]</sup>
Nuevos soportes de inmovilización	Mejora reutilización, estabilidad o dependencia de cofactores metálicos	Emergente	MOFs y otros soportes buscan modificar microambiente y rendimiento del biocatalizador <sup>[8]</sup>
Reactores intensificados	Aumenta transferencia de masa y mezcla	Emergente	Se han estudiado configuraciones como reactores de corrientes impingentes para conversión glucosa-fructosa <sup>[9]</sup>

## Glucose Isomerase en la cadena del almidón

La Glucose Isomerase no actúa directamente sobre almidón intacto. Antes de su uso, el polímero debe convertirse en moléculas más pequeñas y finalmente en glucosa mediante una secuencia de licuefacción y sacarificación. Solo cuando la corriente contiene glucosa disponible, la enzima puede catalizar la isomerización hacia fructosa <sup>[2]</sup>.

Esta posición dentro de la cadena es crucial para interpretar su valor: la enzima no “endulza” por sí sola una harina o una suspensión de almidón; modifica la composición de un jarabe de glucosa. Por eso se utiliza como una etapa específica dentro de una arquitectura de proceso que puede incluir alfa-amilasa, glucoamilasa, refinación del jarabe, control de minerales, isomerización y, si se requiere, enriquecimiento de fructosa <sup>[2]</sup>.

La eficiencia de la etapa depende de que la corriente de entrada esté adecuadamente preparada. Impurezas, sales, compuestos que interfieren con el sitio activo o una composición mineral no compatible pueden reducir la productividad del biocatalizador. La literatura sobre glucosa/xylose isomerase resalta de forma repetida la importancia de los metales divalentes y del microambiente del sitio activo para sostener la catálisis <sup>[1]</sup>.

En procesos continuos, la enzima se ha usado frecuentemente inmovilizada. La inmovilización permite mantener el biocatalizador en el reactor mientras el jarabe fluye a través del lecho, disminuyendo pérdidas de enzima y facilitando una operación más estable. Sin embargo, también introduce fenómenos físicos como resistencia difusional: la glucosa y la fructosa deben desplazarse dentro de poros o matrices hasta llegar al sitio activo, y esa transferencia puede limitar la velocidad aparente de reacción <sup>[10]</sup>.



**Figure 3.** 포도당 이성화효소의 주요 상업적 용도는 과당 시럽 생산이며, 그 밖에도 단맛 식품, 음료 및 탄수화물 생물공정에서 중요하게 활용된다.

## Inmovilización: por qué es tan importante

La inmovilización de Glucose Isomerase es más que una técnica de recuperación; es una estrategia de diseño de proceso. Al fijar la enzima en un soporte, se consigue operar de forma continua, reducir la contaminación del producto por proteína soluble y reutilizar el catalizador durante múltiples ciclos o periodos de operación <sup>[11]</sup>.

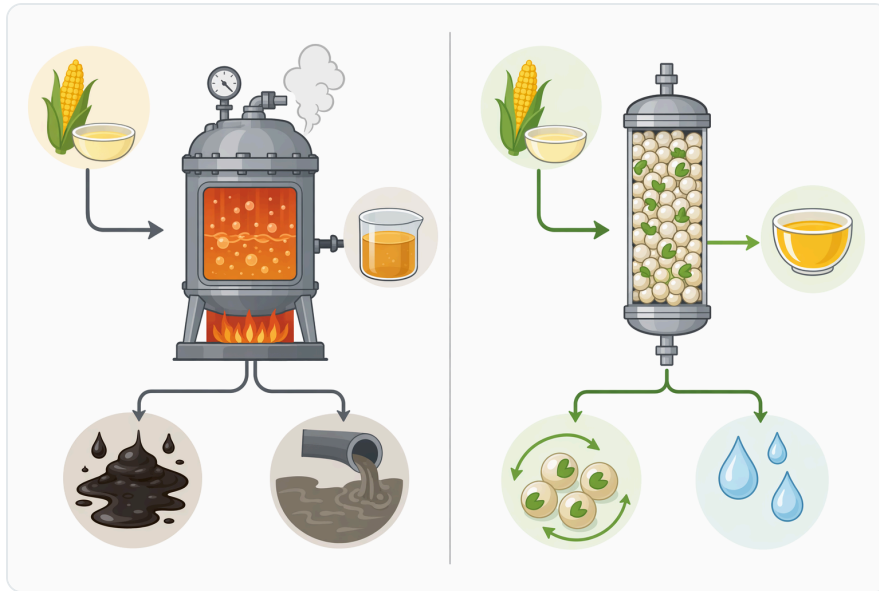
El soporte, el tamaño de partícula, la porosidad y la distribución de la enzima influyen en la productividad real. Una enzima muy activa en solución puede rendir menos de lo esperado si el sustrato no difunde con facilidad hacia el interior del soporte. Por ello, estudios sobre resistencias difusionales en isomerización de glucosa han analizado cómo la transferencia de masa afecta la conversión observada en sistemas inmovilizados <sup>[10]</sup>.

La investigación reciente explora soportes más sofisticados, como estructuras metal-orgánicas o **MOFs**, con el objetivo de proteger enzimas, modificar su microambiente y mejorar su desempeño en condiciones industriales. En el caso de Glucose Isomerase de *Serratia marcescens*, se ha estudiado la inmovilización sobre MOF(Co)-525 para la conversión de glucosa a fructosa, con atención particular a la reducción de dependencia de  $\text{Co}^{2+}$  <sup>[8]</sup>.

Estas tecnologías emergentes no sustituyen automáticamente a los soportes industriales tradicionales, pero muestran una dirección clara: el rendimiento de la Glucose Isomerase no depende solo de la secuencia de aminoácidos, sino también de cómo se presenta la enzima al sustrato, qué iones tiene cerca y qué microentorno físico-químico crea el material de inmovilización <sup>[12]</sup>.

## Condiciones de proceso: variables que afectan la conversión

La Glucose Isomerase opera en medios acuosos y sobre azúcares solubles. En términos generales, la conversión se favorece cuando la glucosa está disponible en forma soluble, el pH se mantiene dentro de la ventana funcional de la enzima y la temperatura se ajusta para equilibrar velocidad de reacción y estabilidad proteica. La investigación actual incluso busca modificar el perfil pH-actividad mediante cambios de residuos cargados en la superficie o cerca de regiones funcionales de la proteína <sup>[4]</sup>.



**Figure 4.** 비효소적 당 이성화와 비교할 때, 포도당 이성화효소는 더 온화한 조건에서 분해 부산물이 적은 선택적 과당 생산을 가능하게 한다.

La composición mineral es especialmente relevante. Los iones metálicos divalentes pueden participar en la catálisis o estabilizar conformaciones activas, mientras que otros iones presentes por etapas previas del procesamiento pueden interferir. Esta sensibilidad explica por qué la Glucose Isomerase suele evaluarse como parte de una cadena completa y no como un componente aislado <sup>[1]</sup>.

La concentración de sustrato también influye, pero no de forma lineal ilimitada. Jarabes más concentrados pueden aumentar la productividad volumétrica, aunque también modifican viscosidad, transferencia de masa y equilibrio práctico. En sistemas inmovilizados, esas variables se combinan con la difusión interna del soporte, de modo que el rendimiento medido puede reflejar tanto cinética enzimática como fenómenos de transporte <sup>[10]</sup>.

Otra variable es la arquitectura del reactor. Además de columnas y lechos fijos, se han estudiado reactores intensificados para mejorar mezcla y contacto entre sustrato y biocatalizador. Un ejemplo es el uso de reactores de corrientes impingentes para conversión de glucosa a fructosa con Glucose

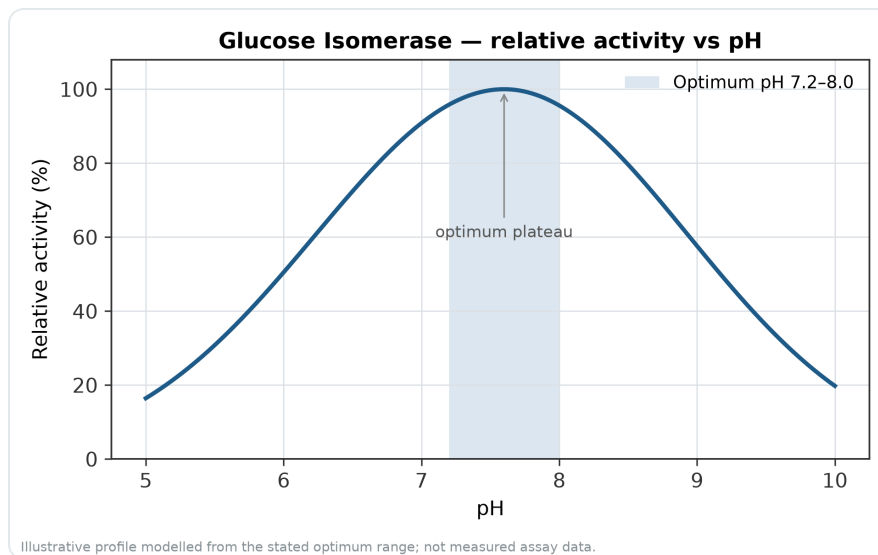
Isomerase, una línea de trabajo orientada a superar limitaciones de transferencia y mejorar el aprovechamiento del catalizador [9].

## Ingeniería enzimática y nuevas fuentes microbianas

La Glucose Isomerase se ha estudiado en numerosos microorganismos, especialmente bacterias y actinobacterias. La búsqueda de nuevas fuentes responde a necesidades concretas: mayor estabilidad, mejor actividad bajo condiciones de proceso, menor dependencia de ciertos metales, tolerancia a matrices complejas o facilidad de expresión recombinante [13].

La ingeniería de proteínas permite modificar propiedades específicas de la enzima. Por ejemplo, trabajos recientes han explorado cómo introducir residuos con carga positiva o negativa puede desplazar el perfil de actividad frente al pH. Este tipo de modificación no busca cambiar la reacción básica, sino ajustar el entorno electrostático que rodea al sitio activo y afecta la unión del sustrato o la estabilización del estado de transición [4].

También se ha trabajado en expresión heteróloga para obtener Glucose Isomerase con niveles adecuados para aplicaciones de jarabe. La expresión de una Glucose Isomerase de *Thermobifida fusca*, por ejemplo, se ha investigado en el contexto de biosíntesis de jarabe de alta fructosa, mostrando el interés por enzimas robustas de origen microbiano [14].



**Figure 5.** pH에 따른 포도당 이성화효소의 상대 활성으로, pH 7.2-8.0에서 최적 활성 구간이 나타난다.

En paralelo, la revisión de xylose isomerase para aplicaciones industriales muestra que la misma familia enzimática interesa para fermentación de xilosa, etanol de segunda generación y bioconversión de pentosas. Esto es importante porque la identidad “glucose isomerase” en un catálogo puede ocultar

una historia bioquímica más amplia: muchas variantes reconocen tanto hexosas como pentosas, con preferencias que dependen de su estructura <sup>[15]</sup>.

## Aplicaciones en azúcares raros y rutas multienzimáticas

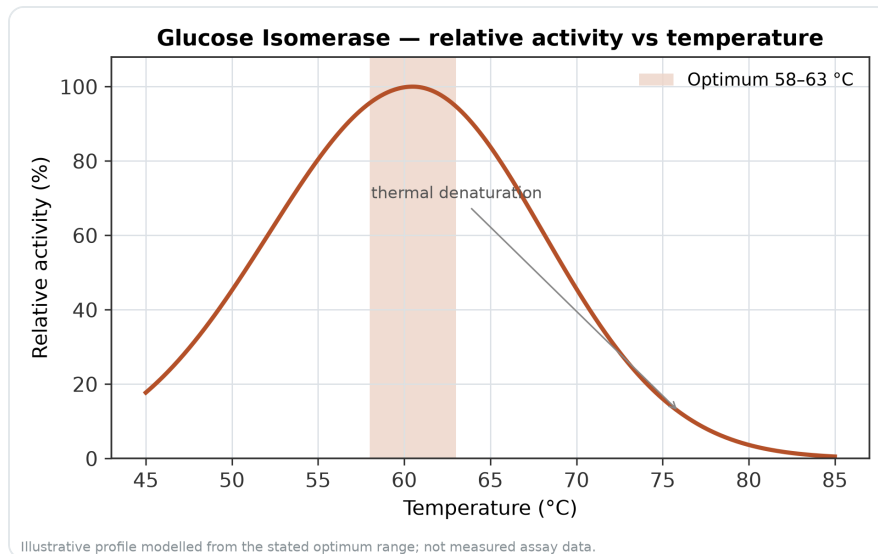
---

La Glucose Isomerase puede funcionar como primera etapa en rutas de producción de azúcares raros, porque transforma D-glucosa en D-fructosa, y la D-fructosa puede ser sustrato de otras enzimas. Un ejemplo estudiado es la producción de **D-psicose**, también llamada **D-allulose**, mediante coexpresión de D-glucose isomerase y D-psicose 3-epimerase para convertir glucosa en un producto de mayor valor <sup>[7]</sup>.

La lógica de esta ruta es secuencial: primero, Glucose Isomerase genera fructosa a partir de glucosa; después, una epimerasa transforma la fructosa en psicose/allulose. La ventaja potencial es usar glucosa, un sustrato abundante, como punto de partida para azúcares raros que no se encuentran en grandes cantidades en materias primas naturales <sup>[7]</sup>.

También se han estudiado rutas hacia polioles como allitol a partir de D-glucosa, combinando Glucose Isomerase inmovilizada con células recombinantes que expresan enzimas adicionales. En este tipo de sistemas, la Glucose Isomerase no es la única responsable del producto final, pero define el flujo inicial de carbono al generar fructosa como intermediario <sup>[16]</sup>.

Estas aplicaciones deben presentarse con prudencia comercial. A diferencia del jarabe de alta fructosa, que cuenta con décadas de implantación industrial, la producción de azúcares raros mediante cascadas enzimáticas depende mucho de equilibrio, compatibilidad entre enzimas, separación del producto, coste del cofactor cuando existe y regulación del alimento final. La evidencia científica es sólida como base de desarrollo, pero no implica que cualquier proceso pueda trasladarse sin optimización <sup>[17]</sup>.



**Figure 6.** 온도에 따른 포도당 이성화효소의 상대 활성으로, 58–63 °C에서 최적 활성을 보이며 최적 온도 이상에서는 열 변성으로 인한 특징적인 활성 감소가 나타난다.

## Seguridad alimentaria y contexto regulatorio

La Glucose Isomerase se ha evaluado como enzima alimentaria en contextos específicos de fuente microbiana y proceso de producción. Una evaluación publicada sobre Glucose Isomerase de *Streptomyces murinus* strain NZYM-GA ilustra que la seguridad se analiza caso por caso, considerando organismo productor, material genético, residuos del proceso y uso previsto [18].

Esto no significa que todas las Glucose Isomerases sean intercambiables desde el punto de vista regulatorio. Enzimas con la misma función catalítica pueden diferir en fuente, formulación, soporte de inmovilización, impurezas residuales y documentación técnica. Para aplicaciones alimentarias, el marco aplicable depende del país, del uso final y de la cadena de responsabilidad del formulador o fabricante del alimento [18].

En la práctica B2B, el valor documental del **CoA** y la **SDS** está en acompañar el material suministrado con información de lote y seguridad de manipulación. Enzymes.bio proporciona estos documentos junto con el pedido, mientras que las decisiones de uso alimentario, validación de proceso y cumplimiento regulatorio corresponden al operador que incorpora la enzima a su proceso.

## Comparación con otras enzimas de carbohidratos

La Glucose Isomerase debe distinguirse de enzimas que hidrolizan enlaces glucosídicos. La alfa-amilasa corta almidón en dextrinas; la glucoamilasa libera glucosa; la pullulanasa desramifica enlaces en amilopectina o pullulano. Glucose Isomerase actúa después de esas etapas y cambia la identidad de un

monosacárido, no el tamaño del polímero [2].

También se diferencia de otras isomerasas de azúcares como sucrose isomerase o L-rhamnose isomerase. Aunque todas catalizan reordenamientos, sus sustratos, productos y aplicaciones no son equivalentes. La precisión del nombre importa: pedir o usar Glucose Isomerase cuando se necesita otra isomerasa puede llevar a una ruta bioquímica incorrecta [19].

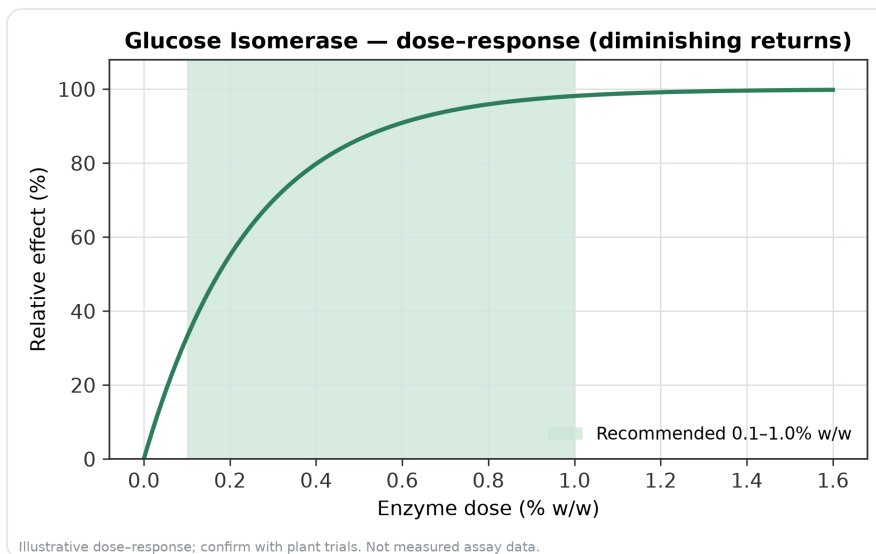


Figure 7. 권장 사용 범위(0.1–1.0% w/w)에서 포도당 이성화효소의 예시적 용량-반응 관계.

En la literatura, “xylose isomerase” y “glucose isomerase” se solapan porque muchas proteínas de esta familia aceptan ambos sustratos. Sin embargo, la aplicación dominante determina el nombre usado: en jarabes de almidón se habla de Glucose Isomerase; en fermentación de pentosas y biomasa lignocelulósica se habla con frecuencia de xylose isomerase [3].

## Limitaciones técnicas que conviene entender

La primera limitación es el equilibrio de reacción. La Glucose Isomerase no convierte toda la glucosa en fructosa; incluso con un catalizador activo, el sistema se aproxima a una composición determinada por termodinámica y condiciones de proceso. Para obtener corrientes más ricas en fructosa se necesitan operaciones adicionales como separación o mezcla de fracciones [1].

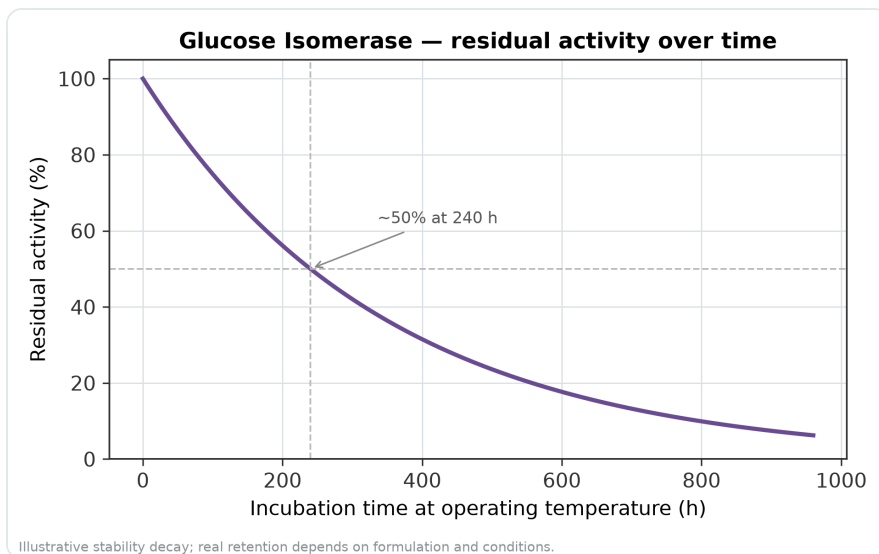
La segunda limitación es la sensibilidad al entorno. Cambios de pH, temperatura, minerales, viscosidad y composición del sustrato pueden desplazar la actividad aparente o acelerar la pérdida de desempeño. La ingeniería del perfil pH-actividad es una línea de investigación precisamente porque adaptar la enzima al proceso puede ser tan importante como adaptar el proceso a la enzima [4].

La tercera limitación es la transferencia de masa en enzimas inmovilizadas. Un soporte que permite reutilización también puede crear barreras físicas: el sustrato debe entrar, el producto debe salir y el gradiente interno puede hacer que parte de la enzima no trabaje al mismo ritmo que la superficie. Por eso la conversión observada en planta o piloto puede diferir de la actividad medida en condiciones más simples [10].

La cuarta limitación es la especificidad de la aplicación. La evidencia más fuerte corresponde a jarabes de alta fructosa y procesamiento de carbohidratos; las aplicaciones en biorrefinería, azúcares raros o reactores avanzados son prometedoras, pero requieren diseño experimental, integración de etapas y evaluación económica propia [15].

## Disponibilidad de Glucose Isomerase en Enzymes.bio

Enzymes.bio ofrece **Glucose Isomerase** para compra directa en línea en unidades de **1 kg**. Enzymes.bio es un **proveedor**, no un fabricante ni un laboratorio; por tanto, este artículo tiene finalidad técnica y educativa, y no sustituye la documentación del lote ni la validación del proceso del cliente.



**Figure 8.** 작동 온도에서 시간이 지남에 따라 잔존 활성이 감소하는 포도당 이성화효소의 예시적 열 안정성 감소.

El **certificado de análisis —CoA—** y la **ficha de datos de seguridad —SDS—** se proporcionan junto con el pedido. Estos documentos acompañan el material suministrado y deben conservarse como parte de la documentación interna de recepción, seguridad y uso del cliente.

## Conclusión técnica

---

La Glucose Isomerase es una enzima madura y ampliamente estudiada para convertir D-glucosa en D-fructosa, con un papel central en la producción de jarabes de alta fructosa y en la conversión selectiva de carbohidratos. Su valor industrial procede de combinar especificidad catalítica, compatibilidad con procesos de almidón e implementación mediante enzima inmovilizada en sistemas continuos <sup>[1]</sup>.

Su mecanismo depende de la orientación precisa del azúcar y de la participación de metales divalentes en el sitio activo, lo que explica por qué pH, minerales, soporte de inmovilización y composición del sustrato afectan el rendimiento. La reacción es reversible y limitada por equilibrio, de modo que la conversión debe entenderse como parte de una estrategia de proceso, no como una transformación completa de glucosa en fructosa <sup>[4]</sup>.

Más allá del jarabe de alta fructosa, la enzima tiene interés en rutas hacia azúcares raros, ingeniería de xylose isomerase, biorrefinerías y nuevos sistemas de inmovilización. Sin embargo, la aplicación alimentaria en jarabes sigue siendo el caso de uso con mayor madurez técnica y comercial, mientras que las rutas emergentes requieren integración y validación específicas <sup>[7]</sup>.

### Pedir Glucose Isomerase 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 Glucose Isomerase →](#)

## 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. Nam, K. (2022). Glucose Isomerase: Functions, Structures, and Applications. *Applied Sciences*.
2. Amaral-Fonseca, M., Morellon-Sterling, R., Fernández-Lafuente, R., & Tardioli, P. (2021). Optimization of simultaneous saccharification and isomerization of dextrin to high fructose syrup using a mixture of immobilized amyloglucosidase and glucose isomerase. *Catalysis Today*, 362, 175-183.
3. Barreto, M. Q., Garbelotti, C., Lopes, D. C. B., Moura Soares, J., & Ward, R. J. (2025). Xylose isomerase: from fundamental research to applied enzyme technology. *Journal of Biotechnology*.

4. Feng, W., Kong, Q., Wang, X., Zhao, K., Lv, C., & Yu, Z. (2024). Modulating the pH-activity profile of the glucose isomerase from *Thermotoga marimuta* by introducing positively and negatively charged residues. *Biophysical Chemistry*, 318, 107382 .
5. Gan, Z., Meng, X., Zhang, Y., Yu, W., Li, W., & Zhou, J. (2024). Highly Selective Isomerization of Glucose to Fructose through a Biphasic and Recyclable Mimetic Enzyme Catalyst. *ChemistrySelect*.
6. Zittan, L., Poulsen, P. B., & Hemmingsen, S. (1975). Sweetzyme — A New Immobilized Glucose Isomerase. *Starch-starke*, 27, 236-241.
7. Men, Y., Zhu, Y., Zeng, Y., Izumori, K., Sun, Y., & Ma, Y. (2014). Co-expression of D-glucose isomerase and D-psicose 3-epimerase: development of an efficient one-step production of D-psicose. *Enzyme and Microbial Technology*, 64-65, 1-5 .
8. Geng, X., Li, Y., Wang, R., Jiang, S., Liang, Y., Li, T., Li, C., ... et al. (2024). Enhanced High-Fructose Corn Syrup Production: Immobilizing *Serratia marcescens* Glucose Isomerase on MOF (Co)-525 Reduces Co<sup>2+</sup> Dependency in Glucose Isomerization to Fructose. *Foods*, 13.
9. Fatourehchi, N., Sohrabi, M., Dabir, B., & Royaei, S. J. (2014). Application of a novel type impinging streams reactor in glucose conversion to fructose using glucose isomerase enzyme. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 89, 1918-1923.
10. Palazzi, E., & Converti, A. (2001). Evaluation of diffusional resistances in the process of glucose isomerization to fructose by immobilized glucose isomerase. *Enzyme and Microbial Technology*, 28 2-3, 246-252 .
11. Hupkes, J., & Tilburg, R. (1976). Production and Properties of an Immobilized Glucose Isomerase. *Starch-starke*, 28, 356-360.
12. Jaividhya, P., Pandian, M., Uthra, K. T., Chitra, V., & Pazhani, G. P. (2025). Encapsulated enzyme with metal-organic frameworks (enzyme@MOFs): unlocking potential in pharmaceutical and industrial applications. *Journal of materials chemistry. B*.
13. Namaki, H. I., Imam, A. U., Ibrahim, H., Muhammad, M., Gobir, Y. S., & Babuga, U. U. (2025). Endophytic and Rhizospheric Actinobacteria from *Guiera senegalensis* as Novel Sources of Glucose Isomerase under Submerged Fermentation. *UMYU Scientifica*.
14. Zhu, F., Deng, H., He, X., Song, X., Chen, N., & Wang, W. (2020). High-level expression of *Thermobifida fusca* glucose isomerase for high fructose corn syrup biosynthesis. *Enzyme and Microbial Technology*, 135, 109494 .
15. Nam, K. H. (2024). Engineering Xylose Isomerase for Industrial Applications. *Catalysts*.
16. Wen, X., Lin, H., Ren, Y., Li, C., Zhang, C., Song, X., Jian-Lin, ... et al. (2020). Optimization for allitol production from d-glucose by using immobilized glucose isomerase and recombinant *E. coli* expressing d-psicose-3-epimerase, ribitol dehydrogenase and formate dehydrogenase. *Biotechnology Letters*, 42, 2135 - 2145.
17. Gao, S., Li, Y., Cui, Q., Guo, C., Wang, J., Li, J., Wang, T., ... et al. (2026). Improvement of D-Allulose Biocatalysis from D-Glucose in Engineered *Escherichia coli* by Enhancing Glucose Isomerase Expression and Substrate Supply. *Fermentation*.
18. Silano, V., Baviera, J. M. B., Bolognesi, C., Brüscheweiler, B., Cocconcelli, P., Crebelli, R., Gott, D., ... et al. (2019). Safety evaluation of the food enzyme glucose isomerase from *Streptomyces murinus* (strain NZYM-GA). *EFSA journal. European Food Safety Authority*, 17.

19. Yoshida, H., Izumori, K., & Yoshihara, A. (2024). L-rhamnose isomerase: a crucial enzyme for rhamnose catabolism and conversion of rare sugars. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 108.

## 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.