

# Glucosa oxidasa para harina panificable: mejora de masa, tolerancia de proceso y miga uniforme en panificación

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

La glucosa oxidasa es una enzima alimentaria usada en panificación para fortalecer masas de trigo mediante una oxidación controlada: convierte glucosa y oxígeno en ácido glucónico y peróxido de hidrógeno, y este último favorece enlaces que aumentan la cohesión de la red de gluten. En aplicaciones de harina panificable, su valor técnico está en reducir pegajosidad, mejorar tolerancia al mezclado y la fermentación, apoyar la retención de gas y contribuir a una miga más regular, siempre dentro de una formulación equilibrada. Enzymes.bio la suministra como producto de grado alimentario para compra directa en línea en unidades de 1 kg, con CoA y SDS incluidos junto con el pedido .

## Qué es la glucosa oxidasa en panificación

La **glucosa oxidasa**, también llamada GOX o GOD en literatura técnica, pertenece al grupo de las oxidoreductasas. En presencia de oxígeno, cataliza la oxidación de glucosa y genera ácido glucónico y peróxido de hidrógeno; esta reacción explica tanto su uso en alimentos como su interés en sistemas donde se desea modificar el entorno redox de forma enzimática <sup>[1]</sup>.

En panificación, la glucosa oxidasa no actúa como levadura, emulsionante, enzima amilolítica ni fuente directa de volumen. Su función es más específica: introducir una oxidación gradual dentro de la masa, especialmente durante el mezclado y las primeras fases de desarrollo, para reforzar interacciones entre proteínas y polisacáridos de la harina <sup>[2]</sup>.

La aplicación más habitual se encuentra en masas de trigo, porque el gluten proporciona una red viscoelástica capaz de responder al fortalecimiento oxidativo. Cuando la red proteica se vuelve más cohesionada, la masa puede resistir mejor el esfuerzo mecánico de amasado, división, boleado, laminado, formado y fermentación, lo que resulta relevante en líneas de panificación con alta repetibilidad de proceso <sup>[3]</sup>.

Enzymes.bio ofrece este tipo de enzima como ingrediente técnico para panificación y tratamiento de harina, no como suplemento ni como producto de consumo directo. El producto se compra en línea en unidades de 1 kg; la documentación de pedido, incluido el Certificado de Análisis y la Ficha de Datos de Seguridad, se proporciona con el envío .

## **Mecanismo: cómo la glucosa oxidasa refuerza la masa**

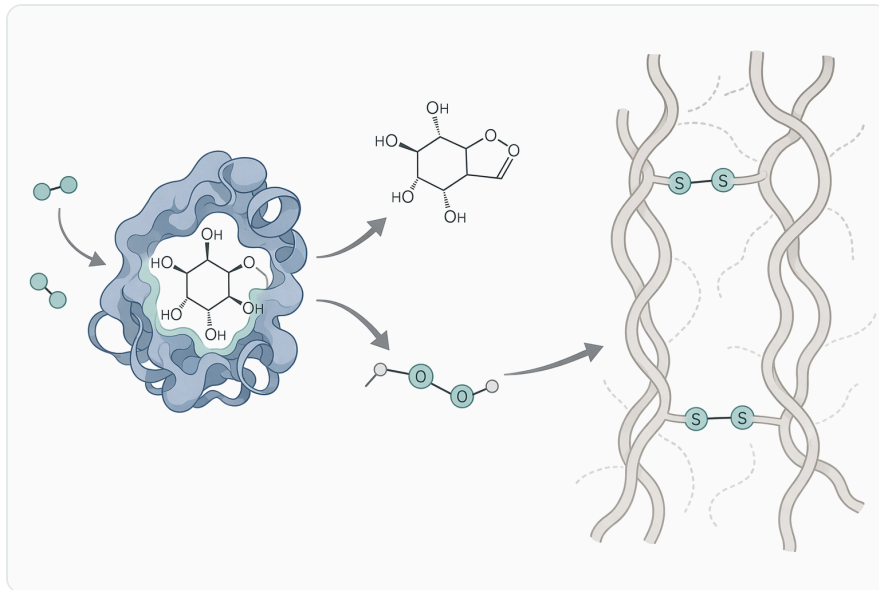
---

El mecanismo empieza con tres elementos presentes en la masa: glucosa, oxígeno y agua. La glucosa puede proceder de la harina, de azúcares añadidos o de la hidrólisis de carbohidratos durante el proceso; el oxígeno se incorpora principalmente durante el mezclado, cuando la masa atrapa aire y se distribuyen los ingredientes <sup>[1]</sup>.

La reacción enzimática produce primero glucono-delta-lactona, que se transforma en ácido glucónico, y genera peróxido de hidrógeno como especie oxidante. En panificación, el peróxido de hidrógeno es el componente funcional más importante porque puede impulsar reacciones de oxidación en la matriz de masa, especialmente sobre grupos sulfhidrilo de proteínas y sobre componentes fenólicos asociados a arabinoxilanos <sup>[2]</sup>.

En las proteínas del gluten, la oxidación favorece la conversión de grupos tiol libres en enlaces disulfuro. Estos enlaces adicionales pueden aumentar la elasticidad y la resistencia de la red, reduciendo la sensación de masa floja o pegajosa; sin embargo, si el sistema se oxida en exceso, la masa puede volverse demasiado tenaz y perder extensibilidad, lo que limitaría la expansión durante fermentación y horno <sup>[4]</sup>.

Además del gluten, los arabinoxilanos presentes en la harina pueden participar en reacciones de entrecruzamiento oxidativo, especialmente mediante estructuras fenólicas como el ácido ferúlico. Cuando estos polisacáridos se integran mejor en la matriz, pueden contribuir a la retención de agua, a la estabilidad de las celdas de gas y a la firmeza de la estructura, aunque el resultado depende mucho del tipo de harina y de su fracción de fibra <sup>[5]</sup>.



**Figure 1.** 글루코스 산화효소는 포도당과 산소를 글루콘산과 과산화수소로 전환하며, 이때 생성된 과산화수소가 반죽을 산화적으로 강화하는 효과를 제공합니다.

El efecto tecnológico, por tanto, no se limita a “endurecer” la masa. La glucosa oxidasa modifica el equilibrio entre extensibilidad y resistencia: una masa débil puede ganar tolerancia, mientras que una masa ya muy fuerte puede requerir un ajuste cuidadoso para evitar cierre de miga, menor expansión o sensación gomosa [4].

## Problemas de proceso que puede ayudar a controlar

Uno de los usos más relevantes de la glucosa oxidasa en panificación es la reducción de pegajosidad. Una masa pegajosa se adhiere a tolvas, bandas, divisoras, rodillos y formadoras; al fortalecer la matriz proteica y aumentar la cohesión, la enzima puede facilitar un manejo más limpio, especialmente en masas hidratadas o sometidas a trabajo mecánico repetido [4].

También puede mejorar la tolerancia al mezclado. En harinas con fuerza limitada, un amasado insuficiente deja una red poco desarrollada, pero un amasado excesivo puede romper estructura; la oxidación enzimática ayuda a ampliar la ventana de proceso al favorecer una red más estable durante el desarrollo de masa [3].

Durante la fermentación, la red de gluten debe retener el dióxido de carbono generado por la levadura sin colapsar. La glucosa oxidasa no produce gas, pero sí puede mejorar la capacidad de la masa para retenerlo, de modo que el volumen final y la simetría de la pieza dependen menos de una estructura débil o demasiado extensible [6].

En productos donde se busca miga fina y regular, como pan de molde, bollería fermentada o panecillos, una matriz más continua ayuda a estabilizar las celdas de gas. Esto puede reducir defectos como túneles, alveolos grandes irregulares, colapsos laterales o variación excesiva entre piezas, siempre que fermentación y horneado estén correctamente ajustados <sup>[7]</sup>.

En formulaciones integrales o con salvado, la respuesta puede ser más variable. Las partículas de fibra interrumpen físicamente la red de gluten, compiten por agua y modifican la viscosidad de la masa; por eso, la glucosa oxidasa puede ser útil como apoyo estructural, pero no compensa por sí sola una formulación desequilibrada o una hidratación mal calculada <sup>[5]</sup>.

## Evidencia científica disponible

---

Las revisiones sobre enzimas microbianas en alimentos describen a la glucosa oxidasa como una enzima de interés industrial por su capacidad para transformar glucosa y oxígeno en productos con efectos tecnológicos aprovechables. En alimentos, su aplicación se ha estudiado en sistemas de panificación, bebidas, huevo procesado, biosensores y otras matrices, aunque cada uso depende de condiciones concretas de formulación <sup>[8]</sup>.

Una revisión específica sobre glucosa oxidasa resume sus fuentes, aplicaciones y producción recombinante, destacando el papel histórico de enzimas fúngicas y su amplitud de uso en tecnología alimentaria y biotecnología. Para panificación, la importancia de esta revisión es que confirma que la GOX no es una herramienta experimental aislada, sino una oxidoreductasa bien caracterizada <sup>[1]</sup>.

Los estudios panarios muestran que la adición de glucosa oxidasa puede modificar parámetros alveográficos y calidad de panificación. En términos prácticos, esto significa cambios medibles en resistencia, extensibilidad y comportamiento de la masa, no solo observaciones sensoriales subjetivas <sup>[4]</sup>.



**Figure 2.** 산화적 가교 결합은 수화된 글루텐 매트릭스를 강화해 반죽의 응집력을 높이고 끈적임을 줄이며, 발효 가스를 더 잘 보유할 수 있게 합니다.

También se ha estudiado la combinación de glucosa oxidasa con otros mejoradores, como ácido ascórbico y alfa-amilasa. Estos trabajos son relevantes porque muchas formulaciones comerciales no dependen de una sola enzima: se diseñan sistemas donde oxidación, disponibilidad de azúcares fermentables, textura de miga y volumen se ajustan de forma conjunta [7].

En masas congeladas, las enzimas se han investigado como herramientas para mejorar calidad sensorial y estabilidad estructural después de congelación y descongelación. La glucosa oxidasa puede formar parte de esta estrategia, pero el desempeño final también depende de levadura, velocidad de congelación, formación de cristales de hielo, descongelación y tolerancia de la red de gluten [9].

La literatura sobre mejora de harina de trigo subraya que la calidad panaria se determina por una combinación de composición proteica, daño de almidón, enzimas endógenas, absorción de agua, fermentación y proceso mecánico. En ese contexto, la glucosa oxidasa debe entenderse como un modulador redox dentro de un sistema mayor, no como corrección universal para cualquier harina [5].

## Beneficios técnicos esperables y límites reales

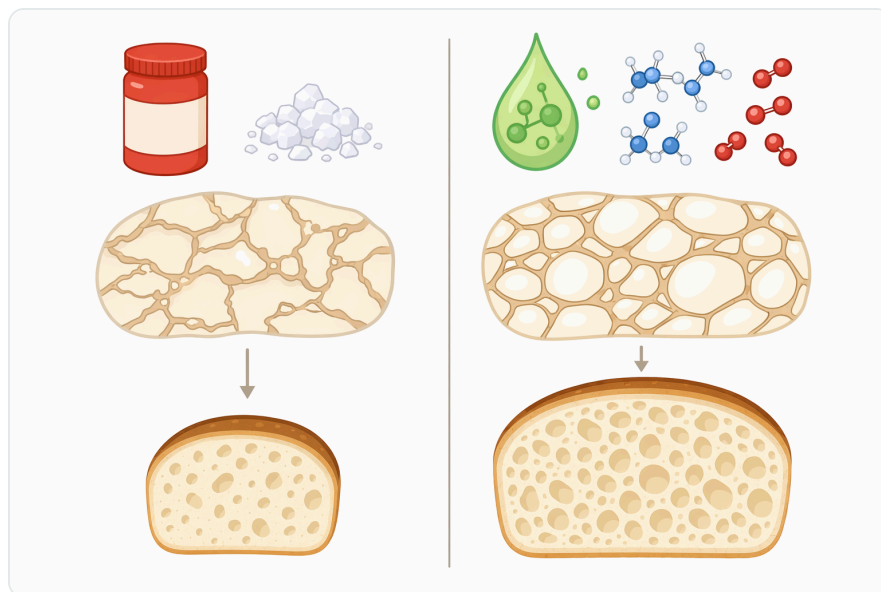
El beneficio más directo es el **fortalecimiento de masa**. Cuando la harina produce masas blandas, pegajosas o poco tolerantes, la oxidación enzimática puede aumentar la resistencia de la red, mejorar la sensación de cuerpo y reducir la deformación durante manipulación [4].

Un segundo beneficio es la **mejor retención de gas**. Si la red de gluten es más continua y menos propensa a romperse, las burbujas generadas durante fermentación se mantienen más estables; esto puede apoyar volumen, forma y regularidad de miga, aunque no sustituye la acción fermentativa de la levadura [6].

Un tercer beneficio es la **estabilidad en líneas mecanizadas**. En panificación industrial, la calidad final no depende solo de la receta, sino de cómo la masa se comporta en amasadoras, divisoras, boleadoras, laminadoras, fermentadores y hornos; una masa menos pegajosa y más tolerante reduce variabilidad operativa [3].

El límite principal es el equilibrio entre resistencia y extensibilidad. La masa necesita fuerza para retener gas, pero también extensibilidad para expandirse; un exceso de oxidación puede producir masas cortas, demasiado elásticas o con menor expansión, especialmente si la harina ya tiene alta fuerza o si se combinan varios oxidantes [4].

Tampoco debe presentarse como enzima antienviejecimiento principal. La vida útil del pan depende de retrogradación del almidón, migración de humedad, pérdida de suavidad, formulación grasa, actividad de agua, envase y condiciones de almacenamiento; la glucosa oxidasa puede influir indirectamente en estructura, pero no reemplaza enzimas o sistemas diseñados específicamente para controlar envejecimiento de miga [10].



**Figure 3.** 글루코스 산화효소는 반죽 내부에서 효소적으로 과산화수소를 생성한다는 점에서, 다른 방식으로 산화제나 가교 결합을 추가하는 다른 반죽 강화 방법과 다릅니다.

Del mismo modo, no debe tratarse como conservante general. Aunque el peróxido de hidrógeno tiene relevancia antimicrobiana en algunos sistemas, en panificación el uso de glucosa oxidasa se orienta al refuerzo de masa y a la funcionalidad estructural; las estrategias de inocuidad y vida útil requieren controles de proceso, formulación, envasado e higiene independientes <sup>[10]</sup>.

## Comparación con otras enzimas usadas en panificación

La glucosa oxidasa se entiende mejor cuando se compara con otras enzimas panarias. Cada familia enzimática modifica una parte distinta de la masa: proteínas, almidón, polisacáridos no amiláceos o entorno redox.

Enzima o sistema enzimático	Sustrato principal en masa	Efecto tecnológico típico	Diferencia frente a glucosa oxidasa
Glucosa oxidasa	Glucosa y oxígeno; efecto secundario sobre matriz proteica y polisacáridos vía oxidación	Fortalece masa, reduce pegajosidad, mejora tolerancia y ayuda a estabilizar celdas de gas	Actúa por generación controlada de peróxido de hidrógeno y modificación redox de la masa <sup>[1]</sup>
Alfa-amilasa	Almidón dañado y dextrinas	Aumenta azúcares fermentables, favorece color de corteza y puede mejorar suavidad de miga	No fortalece directamente gluten; se usa para fermentación, volumen y textura, no para oxidación estructural <sup>[7]</sup>
Xilanasas	Arabinosilanos y hemicelulosas	Modifican absorción de agua, viscosidad y manejabilidad; pueden mejorar volumen y miga	Actúan hidrolizando polisacáridos, mientras que la glucosa oxidasa promueve entrecruzamiento oxidativo <sup>[11]</sup>
Proteasas	Proteínas de gluten	Relajan masas demasiado tenaces, mejoran extensibilidad en ciertos productos	Tienen efecto opuesto en muchos casos: reducen fuerza proteica en lugar de aumentarla <sup>[12]</sup>
Sistemas combinados de enzimas	Varios componentes de harina	Ajustan volumen, textura, tolerancia, color y vida útil según formulación	La glucosa oxidasa puede ser una pieza del sistema, pero su aporte específico es oxidativo <sup>[2]</sup>

Esta comparación evita una confusión frecuente: no todas las enzimas “mejoran pan” por la misma vía. Una amilasa puede aumentar azúcares disponibles y color, una xilanasas puede ajustar agua y arabinosilanos, una proteasa puede relajar una masa, y la glucosa oxidasa tiende a reforzar la

estructura mediante oxidación [2].

## Aplicaciones en productos de panadería

---

### Pan de molde y panes de trigo refinado

En pan de molde, la prioridad suele ser una pieza con buen volumen, simetría, rebanabilidad y miga fina. La glucosa oxidasa puede contribuir reforzando la red de gluten para que las celdas de gas se mantengan más uniformes durante fermentación final y expansión en horno [4].

En panes de trigo refinado, donde la harina tiene menos interferencia de salvado, la respuesta suele estar más relacionada con fuerza proteica, absorción de agua y condiciones de mezclado. Cuando la masa es demasiado blanda o pierde forma, el refuerzo oxidativo puede mejorar estabilidad sin añadir directamente un oxidante químico convencional [2].

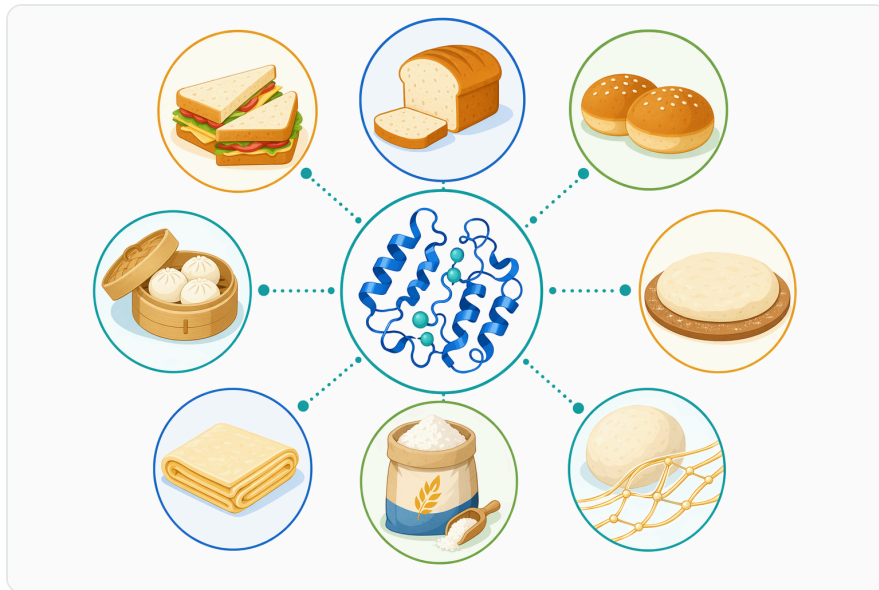
### Bollos, panecillos y masas formadas

En bollos y panecillos, la masa debe tolerar división y formado sin deformaciones excesivas. Una matriz más cohesionada puede ayudar a mantener peso, forma y altura más consistentes, lo que es especialmente importante cuando se trabaja con piezas pequeñas y ciclos rápidos de producción [3].

En masas dulces o enriquecidas, el efecto debe evaluarse con mayor cuidado porque grasa, azúcar y otros ingredientes modifican hidratación, desarrollo de gluten y actividad de levadura. La glucosa oxidasa puede ayudar a sostener estructura, pero su efecto aparece dentro de una matriz más compleja que la de pan blanco básico [6].

### Panes integrales, con salvado o fibra

Los panes integrales presentan un desafío estructural porque el salvado interrumpe la red de gluten y modifica la distribución de agua. La glucosa oxidasa puede apoyar la cohesión, pero la calidad final depende también de granulometría de salvado, hidratación, tiempo de reposo y balance con otras enzimas que actúan sobre arabinosilanos [5].



**Figure 4.** 연구와 활용 사례는 글루코스 산화효소가 밀빵, 찐빵, 통밀 반죽, 냉동 반죽 시스템 및 일부 글루텐 프리 배합에 유용함을 뒷받침합니다.

En productos con alto contenido de fibra, un exceso de resistencia puede generar masas poco expansibles, mientras que una red insuficiente causa colapso o bajo volumen. Por eso, el objetivo técnico no es maximizar oxidación, sino encontrar un punto donde la masa conserve fuerza y extensibilidad a la vez <sup>[4]</sup>.

### Masas refrigeradas o congeladas

Las masas refrigeradas y congeladas sufren tensiones adicionales: ralentización o daño de levadura, redistribución de agua, cristalización de hielo, debilitamiento de gluten y pérdida de gas durante almacenamiento o descongelación. En ese contexto, la glucosa oxidasa puede contribuir a una red más resistente antes de la conservación en frío <sup>[9]</sup>.

No obstante, el rendimiento en masa congelada depende de factores que la enzima no controla por sí sola. La formulación de levadura, la velocidad de congelación, la protección de células fermentativas, la descongelación y la fermentación final siguen siendo determinantes para el resultado <sup>[9]</sup>.

### Interacciones con ingredientes y proceso

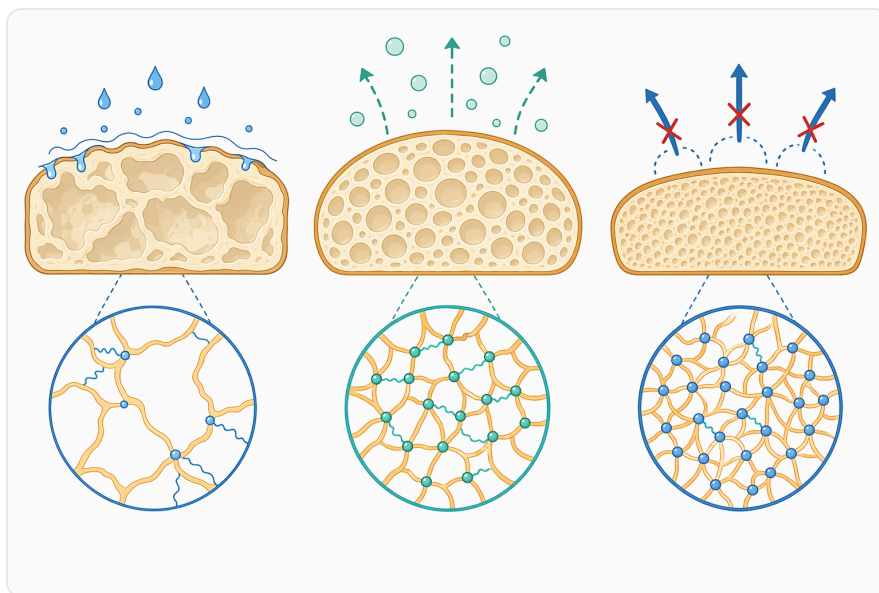
El mezclado es una etapa crítica porque incorpora oxígeno y distribuye la enzima. Si el mezclado es insuficiente, puede haber poca aireación y distribución desigual; si es demasiado intenso, la masa puede oxidarse o calentarse en exceso y perder equilibrio entre desarrollo y extensibilidad <sup>[3]</sup>.

La presencia de azúcares también importa, pero no debe simplificarse como “más azúcar equivale a mejor efecto”. La glucosa disponible es el sustrato inmediato, pero la respuesta tecnológica depende de la velocidad de reacción, la disponibilidad de oxígeno, el pH de masa, la temperatura y la capacidad de la matriz para aprovechar el refuerzo oxidativo [1].

La levadura compite dentro de la misma matriz por azúcares y oxígeno, y produce metabolitos que influyen en aroma, estructura y fermentación. La glucosa oxidasa no reemplaza la fermentación; actúa sobre la estructura que debe retener el gas generado por la levadura [6].

El ácido ascórbico puede coincidir con la glucosa oxidasa en sistemas de mejora, porque ambos se relacionan con oxidación de masa, aunque por rutas distintas. Los estudios de combinación con alfa-amilasa y ácido ascórbico muestran que los efectos pueden ser sinérgicos o dependientes del equilibrio de formulación, no simplemente aditivos [7].

La sal, las grasas, los emulsionantes y las fibras cambian la hidratación, la estabilidad de burbuja y la mecánica de la masa. Por eso, la interpretación del efecto de la glucosa oxidasa debe hacerse en el contexto del producto final: pan de molde, pan rústico, bollería fermentada, masa congelada o formulación integral [10].



**Figure 5.** 글루코스 산화효소는 산화가 반죽을 팽창하기 어려울 정도로 지나치게 단단하게 만들지 않으면서 점탄성 균형을 개선할 때 가장 유용합니다.

## Uso responsable en formulación B2B

---

En un entorno B2B, la glucosa oxidasa se utiliza como herramienta de ajuste tecnológico. Su incorporación tiene sentido cuando el objetivo está claramente relacionado con tolerancia de masa, pegajosidad, estabilidad de formado, retención de gas o regularidad de miga, no cuando el problema principal es una fermentación deficiente, un horneado inadecuado o una harina fuera de especificación básica <sup>[5]</sup>.

La evaluación debe centrarse en el comportamiento real de la masa: sensación en mezclado, extensibilidad, resistencia, adherencia, estabilidad en reposo, expansión durante fermentación, volumen final, corteza, miga y rebanabilidad. Estos criterios son más útiles que atribuir cualquier cambio del pan a la enzima sin considerar el conjunto de proceso <sup>[3]</sup>.

También conviene reconocer que preparaciones enzimáticas distintas pueden comportarse de forma diferente. La fuente microbiana, la purificación, el soporte, la estabilidad y la presencia de actividades acompañantes pueden influir en el resultado tecnológico, por lo que la literatura científica apoya el principio de uso, pero no sustituye la validación en la formulación concreta <sup>[1]</sup>.

Para evitar sobreoxidación, el objetivo práctico es lograr una masa con mayor cohesión sin perder expansión. Los signos de desequilibrio pueden incluir masa demasiado tenaz, menor extensibilidad, volumen limitado, miga cerrada o piezas con expansión irregular; estos efectos son coherentes con el hecho de que la fuerza de masa tiene un punto óptimo, no un máximo absoluto <sup>[4]</sup>.

## Posicionamiento frente a aditivos oxidantes convencionales

---

Las enzimas panarias se estudian cada vez más como alternativas o complementos a aditivos químicos porque permiten modificar funciones específicas de la harina mediante reacciones catalíticas. En ese marco, la glucosa oxidasa se clasifica como mejorador oxidativo enzimático, con una función comparable en objetivo general —fortalecer masa— pero distinta en modo de acción <sup>[2]</sup>.

La diferencia clave es que la enzima genera la especie oxidante dentro de la masa a partir de sustratos presentes y oxígeno. Esto puede permitir una oxidación más ligada al proceso de mezclado y desarrollo, aunque el resultado sigue dependiendo de formulación, hidratación, temperatura y disponibilidad de oxígeno <sup>[1]</sup>.

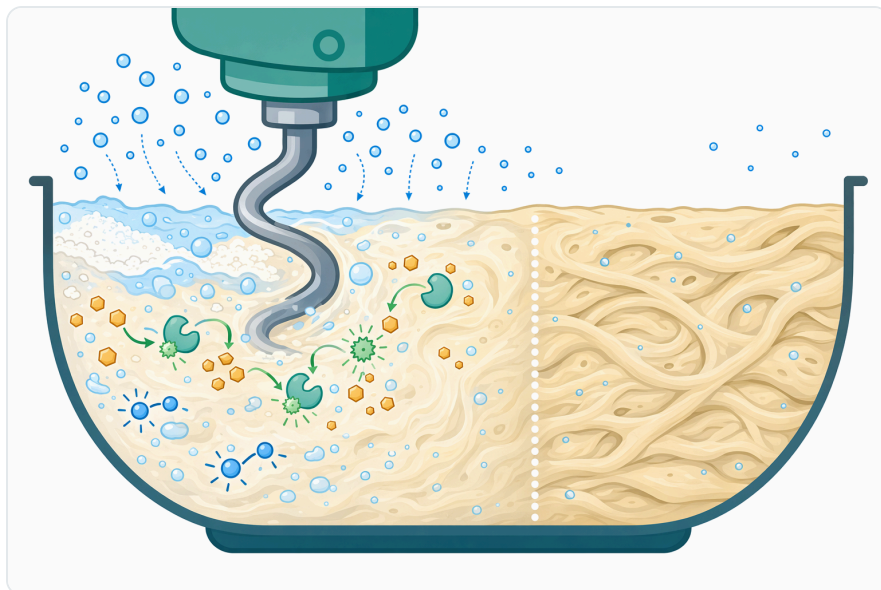
No debe afirmarse que una enzima sea automáticamente “mejor” que cualquier aditivo químico en todos los casos. La ventaja real está en su especificidad tecnológica y en la posibilidad de integrarla dentro de sistemas de mejora de harina; la decisión depende del perfil de producto, normativa

aplicable, etiquetado, proceso y desempeño deseado [2].

## Calidad, vida útil y estabilidad del pan

La glucosa oxidasa puede influir positivamente en la calidad percibida cuando mejora la estructura: una miga más uniforme, una forma más estable y una menor pegajosidad de proceso pueden traducirse en productos más consistentes. Sin embargo, la calidad del pan también incluye aroma, sabor, corteza, suavidad, resiliencia de miga y evolución durante almacenamiento [10].

El envejecimiento del pan está dominado por procesos como retrogradación del almidón, redistribución de humedad y cambios en la matriz de miga. La glucosa oxidasa no es la herramienta principal para controlar estos fenómenos; puede apoyar estructura, pero no debe describirse como solución completa de vida útil [10].



**Figure 6.** 믹싱은 글루코스 산화효소 활성화에 필요한 산소를 공급하므로, 이 효소는 반죽 형성 초기 단계에서 가장 큰 영향을 미칩니다.

En estudios donde se combinan glucosa oxidasa, alfa-amilasa y ácido ascórbico, los efectos sobre calidad y conservación se interpretan como resultado de varios mecanismos simultáneos: oxidación de masa, modificación de almidón, fermentación y estructura de miga. Esta evidencia respalda el uso en sistemas combinados, pero también muestra por qué no conviene atribuir todos los beneficios a una sola enzima [7].

## Presentación del producto de Enzymes.bio

---

Enzymes.bio actúa como proveedor en línea de enzimas para aplicaciones alimentarias e industriales. Para la glucosa oxidasa orientada a harina panificable, la compra se realiza directamente en la tienda en unidades de 1 kg; tras el pago, el pedido se procesa para envío, y el CoA y la SDS se proporcionan junto con el pedido .

Esta presentación resulta adecuada para usuarios profesionales que ya tienen un marco de formulación y desean integrar una enzima oxidativa en desarrollo de productos de panificación, mejora de harina o ajuste de masa. Enzymes.bio no debe entenderse como fabricante ni laboratorio de ensayo; su papel es suministrar el producto documentado para uso técnico por parte del comprador .

El producto está dirigido a procesamiento alimentario, no a consumo directo. Su utilidad se evalúa en el sistema de masa: harina, agua, levadura, sal, ingredientes funcionales, mezclado, fermentación, formado, horneado y almacenamiento .

## Conclusión técnica

---

La glucosa oxidasa es una enzima de grado alimentario útil en panificación cuando se busca reforzar masas de trigo mediante oxidación controlada. Su mecanismo —oxidación de glucosa con generación de peróxido de hidrógeno— favorece enlaces que aumentan cohesión de gluten y estabilidad de matriz, lo que puede reducir pegajosidad, mejorar tolerancia de proceso y apoyar una miga más regular <sup>[1]</sup>.

La evidencia científica respalda su función como mejorador oxidativo de masa, especialmente en panes de trigo, productos formados, formulaciones integrales y sistemas donde la retención de gas es crítica. Al mismo tiempo, su efecto depende del equilibrio: demasiada oxidación puede reducir extensibilidad y limitar expansión, por lo que debe considerarse como una herramienta de formulación, no como solución universal <sup>[4]</sup>.

Para clientes B2B, el valor práctico de la glucosa oxidasa para harina panificable está en su capacidad de aportar estructura y estabilidad dentro de procesos reales de panadería. Enzymes.bio la suministra para compra directa en línea en unidades de 1 kg, con CoA y SDS incluidos con el pedido, como ingrediente técnico para aplicaciones profesionales de panificación y tratamiento de harina .

## Pedir Glucose Oxidase 10,000 U/G Bread Flour Product Baking Food Grade 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 Oxidase 10,000 U/G Bread Flour Product Baking Food Grade →](#)

## 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. Khatami, S. H., Vakili, O., Ahmadi, N., Fard, E. S., Mousavi, P., Khalvati, B., Maleksabet, A., ... et al. (2021). Glucose oxidase: Applications, sources, and recombinant production. *Biotechnology and applied biochemistry*, 69, 939 - 950.
2. Gadallah, M. G., & Aljalisi, A. I. (2025). Enzymatic Improvers as Natural Alternatives to Chemical Additives in Bread-Making. *The Egyptian Science Magazine*.
3. Cappelli, A., Lupori, L., & Cini, E. (2021). Baking technology: A systematic review of machines and plants and their effect on final products, including improvement strategies. *Trends in Food Science and Technology*, 115, 275-284.
4. Vukic, M., Hadnađev, M., Tomić, J., & Mastilović, J. (2013). Alveograph and Bread Making Quality of Wheat Dough as Affected by Added Glucose Oxidase.
5. Ferreira, M. D., Guia Ribeiro, V. A., Barros, J., & Steel, C. J. (2025). Strategies to improve the quality of wheat flour in baking: a review. *Brazilian Journal of Food Technology*.
6. Heitmann, M., Zannini, E., & Arendt, E. (2018). Impact of *Saccharomyces cerevisiae* metabolites produced during fermentation on bread quality parameters: A review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 58, 1152 - 1164.
7. Kriaa, M., Ouhibi, R., Graba, H., Besbes, S., Jardak, M., & Kammoun, R. (2016). Synergistic effect of *Aspergillus tubingensis* CTM 507 glucose oxidase in presence of ascorbic acid and alpha amylase on dough properties, baking quality and shelf life of bread. *Journal of food science and technology*, 53, 1259-1268.
8. Kumar, A., Dhiman, S., Krishan, B., Samtiya, M., Kumari, A., Pathak, N., Kumari, A., ... et al. (2024). Microbial enzymes and major applications in the food industry: a concise review. *Food Production, Processing and Nutrition*, 6.
9. Wang, X., Pei, D., Teng, Y., & Liang, J. (2017). Effects of enzymes to improve sensory quality of frozen dough bread and analysis on its mechanism. *Journal of food science and technology*, 55, 389-398.
10. Kwaśniewska-Karolak, I., Rosicka-Kaczmarek, J., & Krala, L. (2014). Factors influencing quality and shelf life of baking products.
11. Verma, D., & Satyanarayana, T. (2012). Molecular approaches for ameliorating microbial xylanases. *Bioresource Technology*, 117, 360-7.

12. Hailemichael, F. (2021). Production and Industrial Application of Microbial Aspartic Protease: A Review. *International Journal of Food Engineering and Technology*.

## 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.