

Alfa-amilasa para destilación: conversión de almidón en azúcares para fermentación alcohólica, etanol y procesos de alto rendimiento

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

La **alfa-amilasa para destilación** es una enzima de licuefacción que rompe enlaces internos α -1,4 del almidón, reduciendo la viscosidad del mash y generando dextrinas que pueden transformarse después en azúcares fermentables. En procesos con maíz, trigo, arroz, cebada, centeno, patata u otras materias primas amiláceas, su papel es preparar el sustrato antes de la sacarificación y la fermentación alcohólica, no sustituir por completo a enzimas como la glucoamilasa ^[1]. **Alpha Amylase Distillers' Enzyme** de Enzymes.bio se suministra en línea en unidades de **1 kg**, con CoA y SDS proporcionados junto con el pedido .

Qué es Alpha Amylase Distillers' Enzyme y dónde encaja en una destilería

Alpha Amylase Distillers' Enzyme For Conversion Of Starch Into Sugar Before High Yield Fermentation es una preparación de **alfa-amilasa** orientada a procesos de destilación y fermentación que parten de materias primas ricas en almidón. En una destilería, el problema central no es solo “tener almidón”, sino hacerlo accesible y convertirlo en moléculas que la levadura pueda fermentar. La alfa-amilasa cumple la primera parte crítica: licúa el almidón gelatinizado y lo fragmenta en dextrinas, maltodextrinas y oligosacáridos más cortos, creando una base más manejable para la conversión posterior ^[2].

Enzymes.bio actúa como **proveedor en línea**, no como fabricante ni laboratorio. El producto se comercializa directamente en presentación de **1 kg**; el certificado de análisis —CoA— y la ficha de datos de seguridad —SDS— acompañan el pedido. Esta distinción es importante: la información técnica debe entenderse como orientación de uso industrial general sobre alfa-amilasa y conversión de almidón, no como una declaración de fabricación propia ni como sustituto de la validación interna de cada operación .

En la práctica, esta enzima se asocia a la etapa de **licuefacción del almidón**. Durante la cocción o hidratación térmica de cereales y tubérculos, los gránulos de almidón absorben agua, se hinchan y pierden parte de su organización granular; el resultado suele ser un medio espeso, difícil de agitar,

transferir o enfriar. La alfa-amilasa reduce esa viscosidad porque corta las cadenas largas del almidón desde el interior, en lugar de ir retirando unidades de glucosa desde los extremos ^[3].

Por qué el almidón necesita conversión antes de una fermentación de alto rendimiento

La levadura utilizada en fermentación alcohólica convierte principalmente azúcares simples en etanol y dióxido de carbono. El almidón intacto, en cambio, es un polímero de glucosa demasiado grande y estructurado para ser fermentado directamente por levaduras convencionales. Por eso, en destilación de cereales y en producción de etanol a partir de materias primas amiláceas, la conversión enzimática del almidón es una condición técnica previa para alimentar adecuadamente la fermentación ^[4].

El almidón está formado principalmente por dos fracciones: **amilosa**, con cadenas mayoritariamente lineales unidas por enlaces α -1,4, y **amilopectina**, con cadenas α -1,4 y puntos de ramificación α -1,6. Esta arquitectura explica por qué una sola enzima rara vez resuelve toda la conversión: la alfa-amilasa hidroliza sobre todo enlaces internos α -1,4, mientras que otros pasos o enzimas son necesarios para liberar glucosa de forma más completa o para tratar ramificaciones ^[1].

En fermentaciones de alto rendimiento, el objetivo no es únicamente generar azúcar; también importa la **velocidad y uniformidad** con que ese azúcar queda disponible. Un mash muy viscoso puede crear zonas mal mezcladas, transferencia de calor irregular y conversión desigual. Al disminuir la longitud promedio de las cadenas de almidón, la alfa-amilasa mejora la fluidez del sistema y aumenta la superficie efectiva sobre la que pueden actuar otras enzimas de sacarificación ^[5].

Mecanismo concreto: cómo actúa la alfa-amilasa sobre el almidón

La alfa-amilasa es una enzima **endoamilolítica**: reconoce segmentos internos de cadenas de almidón y cataliza la hidrólisis de enlaces glucosídicos α -1,4. En términos moleculares, el sitio activo posiciona varios residuos de glucosa del sustrato en subsitios de unión; esa orientación facilita que se rompa un enlace específico por incorporación de agua. El resultado inmediato no es una sola molécula final, sino una mezcla de dextrinas, oligosacáridos y azúcares de menor tamaño ^[6].

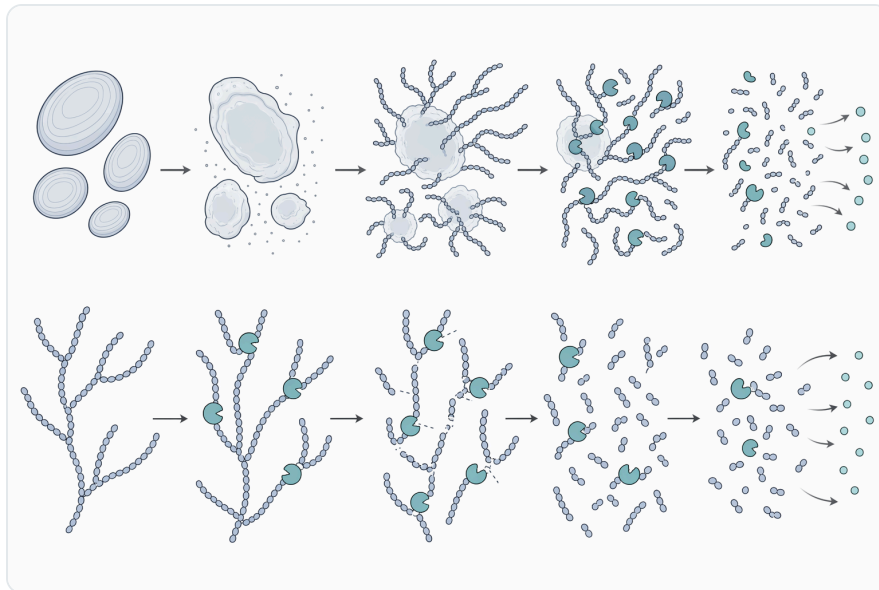


Figure 1. 알파-아밀레이스는 아밀로스과 아밀로펙틴 내부의 α -1,4 결합을 가수 분해해 덱스트린과 더 작은 수용성 탄수화물을 형성하며, α -1,6 분지점은 다른 효소가 작용할 수 있도록 남겨 둔다.

Esta acción interna explica su efecto operativo más visible: una caída rápida de viscosidad. Las cadenas largas de amilosa y amilopectina hidratadas contribuyen de forma marcada al espesamiento del mash; al cortarlas en fragmentos más cortos, disminuye su capacidad de formar una red viscosa continua. Por eso la alfa-amilasa se valora como enzima de **licuefacción**, incluso antes de medir la conversión completa a glucosa fermentable [3].

La especificidad de productos varía según el origen y la estructura de cada alfa-amilasa. Algunas generan proporciones distintas de maltosa, maltotriosa, maltodextrinas y dextrinas límite, pero todas comparten la lógica central de romper enlaces α -1,4 internos. La revisión clásica sobre mecanismo y especificidad de alfa-amilasas destaca que la composición de productos depende de la forma en que la enzima se une al sustrato y progresa a lo largo de la cadena [1].

La temperatura, el pH, el tipo de almidón y el estado físico del gránulo modifican la eficacia de la reacción. Un estudio sobre alfa-amilasa de *Bacillus coagulans* mostró que el máximo de pH puede desplazarse según el sustrato, lo que confirma que no basta con hablar de “un pH óptimo” universal para todas las formulaciones o materias primas [7]. Para una destilería, esto significa que la respuesta real se define por la combinación enzima–mash–proceso, no por una cifra aislada.

Gelatinización, accesibilidad y resistencia del almidón

La alfa-amilasa trabaja mejor cuando el almidón está accesible. En granos intactos o insuficientemente cocidos, parte del almidón permanece dentro de estructuras compactas que limitan la penetración de agua y enzimas. La gelatinización cambia esa situación: los gránulos se hinchan, pierden orden y exponen cadenas que antes estaban empaquetadas, facilitando la hidrólisis ^[8].

La accesibilidad no depende solo de la cocción. La microestructura del gránulo, la relación amilosa/amilopectina, la presencia de lípidos, proteínas, fibras y el historial térmico pueden generar regiones menos susceptibles a la hidrólisis. La literatura sobre almidón resistente muestra que estructuras como complejos almidón-lípido y arreglos más compactos reducen la disponibilidad del sustrato para las enzimas ^[9].

En materias primas reales —por ejemplo maíz, trigo, arroz, cebada o patata— el almidón no se comporta como un reactivo puro. Está embebido en una matriz vegetal con proteínas, paredes celulares y otros polisacáridos. Estudios sobre rutas de hidrólisis y propiedades de empastamiento muestran que distintas formas de ataque enzimático pueden modificar de manera diferente la estructura multinivel del almidón y su accesibilidad ^[5].

Esta es la razón técnica por la que dos destilerías que usan “alfa-amilasa” pueden obtener resultados distintos. La molienda, la hidratación, la intensidad de cocción, el cereal, el porcentaje de sólidos, el perfil térmico y la mezcla determinan cuánto almidón queda disponible para la enzima. La alfa-amilasa es una herramienta potente, pero su rendimiento depende de que el sustrato haya sido preparado de forma compatible ^[10].

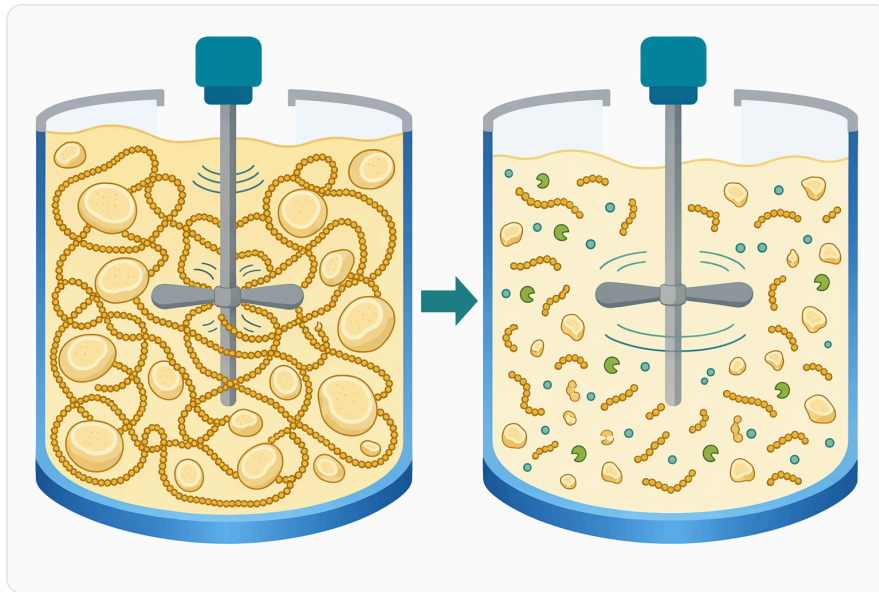


Figure 2. 젤라틴화된 긴 전분 사슬을 더 짧은 조각으로 절단하면 고분자 사슬의 얽힘이 줄어들어 매시의 점도가 눈에 띄게 낮아진다.

Alfa-amilasa frente a otras enzimas usadas en conversión de almidón

La alfa-amilasa no debe confundirse con enzimas que tienen objetivos diferentes dentro del mismo proceso. Su función principal es reducir tamaño molecular y viscosidad; la generación intensa de glucosa fermentable suele depender de una etapa posterior de sacarificación, con enzimas que actúan desde los extremos de las cadenas o sobre ramificaciones. En procesos industriales de almidón, la conversión se entiende mejor como una secuencia de actividades complementarias [2].

Enzima o actividad	Sustrato o enlace principal	Resultado técnico esperado	Papel típico en destilación o fermentación
Alfa-amilasa	Enlaces internos α -1,4 en almidón gelatinizado	Dextrinas, oligosacáridos, reducción de viscosidad	Licuefacción del mash y preparación para sacarificación [1]
Glucoamilasa	Extremos no reductores de dextrinas y almidón parcialmente hidrolizado	Liberación progresiva de glucosa	Sacarificación para aumentar azúcares fermentables; suele complementar a la alfa-amilasa [2]
Actividad desramificante	Puntos de ramificación α -1,6 de amilopectina o dextrinas límite	Mayor acceso a cadenas lineales cortas	Puede mejorar conversión cuando las ramificaciones limitan la liberación de glucosa [1]
Xilanasa y enzimas de pared celular	Xilanos y polisacáridos no amiláceos	Menor viscosidad asociada a fibra, mejor liberación de componentes	Útiles cuando la viscosidad proviene de cereales ricos en

Enzima o actividad	Sustrato o enlace principal	Resultado técnico esperado	Papel típico en destilación o fermentación
			arabinosilanos, no solo de almidón ^[11]

Esta comparación evita una confusión frecuente: si el objetivo es “azúcar fermentable máximo”, la alfa-amilasa por sí sola no siempre es suficiente. Puede generar algunos azúcares cortos, pero su contribución principal es crear muchas cadenas más cortas y reducir la resistencia física del sistema. La glucoamilasa u otras enzimas de sacarificación pueden convertir esas dextrinas en glucosa con mayor eficacia ^[4].

Evidencia científica e industrial del uso de alfa-amilasa

La alfa-amilasa es una de las enzimas industriales más establecidas para procesar almidón. Revisiones sobre biosíntesis y aplicaciones describen su uso en alimentos, bebidas, textiles, papel, detergentes, procesamiento de almidón, fermentación y bioenergía. Esta amplitud no significa que todas las formulaciones sean iguales, pero sí muestra que el principio tecnológico —hidrolizar almidón mediante alfa-amilasa— está ampliamente consolidado ^[2].

La literatura sobre alfa-amilasas termoestables destaca su relevancia industrial porque muchas operaciones de almidón involucran calentamiento, empastamiento y condiciones donde una enzima poco robusta perdería funcionalidad rápidamente. La estabilidad térmica es un tema central en aplicaciones de licuefacción, aunque las condiciones exactas dependen de la enzima comercial y del diseño de proceso ^[12].

En destilación y etanol, la evidencia aplicada también es consistente. Un estudio de licuefacción, sacarificación y fermentación simultáneas de arroz en condiciones de muy alta gravedad a escala piloto examinó la integración de estas etapas para producción de etanol potable y composición de granos secos de destilería. Aunque el diseño concreto pertenece a ese estudio, ilustra que las rutas modernas de fermentación con almidón dependen de coordinar hidrólisis enzimática y fermentación ^[4].

También se han explorado sistemas donde residuos amiláceos o fibrosos sirven como sustratos para producir alfa-amilasa, ácido láctico y etanol. El trabajo con residuo fibroso de yuca muestra la conexión entre biomasa rica en carbohidratos, enzimas amilolíticas y fermentaciones industriales, aunque no debe interpretarse como especificación directa del producto de Enzymes.bio ^[13].

La producción de alfa-amilasa por microorganismos como *Bacillus* es un tema recurrente en biotecnología industrial. Estudios con *Bacillus subtilis* en fermentación en estado sólido han evaluado la obtención de amilasa a partir de residuos agroindustriales para aplicaciones industriales, incluida la conversión de almidón y procesos vinculados a etanol [14]. Esta evidencia respalda el carácter maduro de la tecnología, no una afirmación de origen o fabricación sobre el producto suministrado.

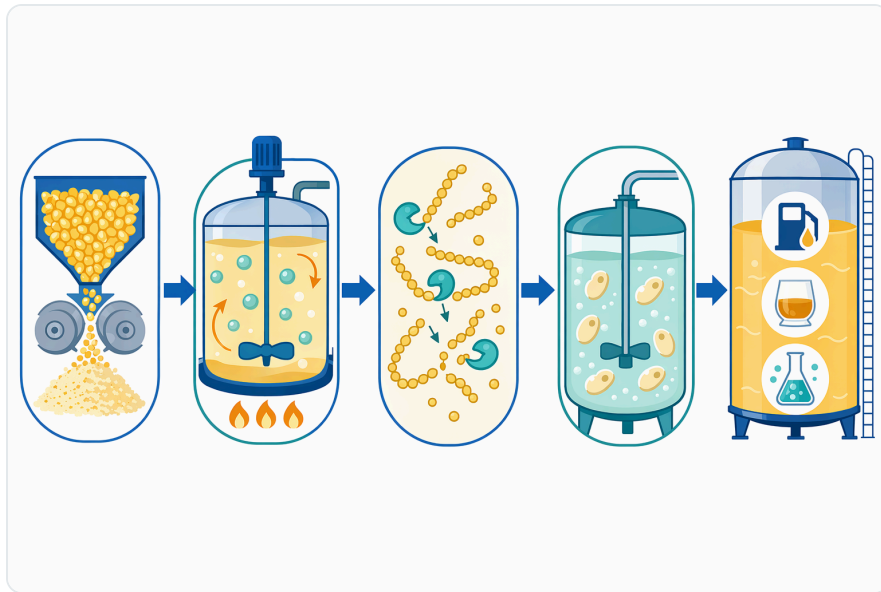


Figure 3. 알파-아밀레이스는 분쇄, 수화, 가열로 전분 구조가 열려 접근성이 높아진 뒤에 가장 효과적이다. 젤라틴화된 전분은 액화에 필요한 α -1,4 결합을 더 많이 노출하기 때문이다.

Aplicaciones principales en destilación, etanol y procesos con cereales

Destilación de granos

En destilerías que trabajan con maíz, trigo, arroz, cebada o centeno, la alfa-amilasa se utiliza para transformar un mash espeso en una matriz más fluida y parcialmente hidrolizada. Esto facilita transferencia de calor, agitación, bombeo y contacto enzimático, especialmente cuando la carga de sólidos es alta. La reducción de viscosidad puede tener un impacto operativo inmediato incluso antes de completar la sacarificación [3].

El maíz y el arroz suelen valorarse por su contenido amiláceo y su perfil relativamente directo para conversión enzimática, pero siguen requiriendo gelatinización y licuefacción adecuadas. El estudio piloto con arroz en fermentación de muy alta gravedad muestra que la integración de licuefacción y sacarificación es relevante incluso en materias primas consideradas favorables para etanol [4].

El trigo, la cebada y el centeno pueden introducir complejidades adicionales por proteínas, pentosanos, beta-glucanos u otros componentes de pared celular. En estos casos, parte de la viscosidad puede no proceder del almidón, por lo que la alfa-amilasa ayuda con la fracción amilácea, pero no necesariamente resuelve toda la reología del mash. Las xilasas, por ejemplo, se estudian como biocatalizadores para romper xilanos y mejorar procesos donde los polisacáridos no amiláceos son relevantes ^[11].

Bioetanol y fermentaciones industriales

En producción de bioetanol a partir de almidón, el esquema técnico general es: preparar la materia prima, hacer accesible el almidón, licuarlo, sacarificarlo y fermentar los azúcares. La alfa-amilasa se sitúa al inicio de la conversión enzimática, donde reduce longitud de cadena y viscosidad. Esa preparación favorece que las enzimas posteriores generen glucosa y que la levadura reciba un medio fermentable más uniforme ^[2].

La investigación sobre alfa-amilasas que digieren almidón crudo también muestra interés por reducir intensidad térmica o simplificar procesos. Por ejemplo, se han desarrollado sistemas recombinantes para producir alfa-amilasas capaces de actuar sobre almidón crudo en cultivos de alta densidad celular. Sin embargo, estas enzimas especializadas no deben generalizarse a todas las alfa-amilasas comerciales; son evidencia del potencial tecnológico, no una promesa universal de operación sin cocción ^[15].

Procesamiento de almidón y alimentos fermentados

Fuera de la destilación, la alfa-amilasa participa en jarabes, ingredientes de almidón modificado, panificación, bebidas y otros procesos alimentarios. Su capacidad de generar dextrinas y azúcares cortos permite ajustar textura, viscosidad, fermentabilidad y perfil de carbohidratos. La revisión sobre aplicaciones industriales de alfa-amilasa la sitúa precisamente como una enzima transversal en industrias donde el almidón es materia prima funcional ^[2].



Figure 4. 전분 전환 효소들은 서로 보완적인 역할을 하며, 알파-아밀레이스는 전분을 액화하고 다른 효소들은 당화나 가지 제거를 이어 간다.

En masas fermentadas, la actividad amilolítica puede interactuar con inhibidores naturales de cereales. Estudios sobre fermentación de masa madre muestran que la fermentación puede degradar inhibidores de alfa-amilasa/tripsina del trigo y reducir actividad proinflamatoria asociada. Aunque el contexto es panificación y nutrición, el punto técnico relevante es que las matrices de cereal contienen proteínas e inhibidores que pueden afectar o acompañar la actividad enzimática ^[16].

Factores que condicionan el rendimiento real

El primer factor es la **preparación física del almidón**. Si la molienda deja partículas grandes o la hidratación es irregular, la enzima solo actuará con facilidad en las zonas expuestas. Si la cocción no gelatiniza suficientemente el almidón disponible, parte del sustrato permanecerá protegido dentro del gránulo o de la matriz vegetal. La literatura sobre hidrólisis de gránulos de almidón muestra que la estructura granular condiciona la forma y velocidad del ataque enzimático ^[8].

El segundo factor es la **compatibilidad de proceso**. Temperatura y pH influyen en la conformación de la enzima, la ionización de residuos catalíticos y la estabilidad de la proteína. El estudio sobre la alfa-amilasa de *Bacillus coagulans* es útil porque demuestra que el máximo de actividad puede variar con el sustrato, una señal clara de que los parámetros óptimos no deben extrapolarse mecánicamente entre materias primas ^[7].

El tercer factor es la **presencia de inhibidores o compuestos que reducen la accesibilidad**. Revisiones sobre inhibidores de alfa-amilasa y estudios cinéticos con compuestos fenólicos muestran que determinadas moléculas pueden disminuir la hidrólisis del almidón al unirse a la enzima o alterar

la disponibilidad del sustrato [17]. En destilería, la magnitud de este efecto dependerá del cereal, tratamientos previos, concentración y condiciones del mash.

El cuarto factor es la **estructura resistente del almidón**. El almidón resistente tipo RS-5, asociado a complejos amilosa-lípido, puede presentar menor susceptibilidad a la hidrólisis. La investigación sobre mecanismos de resistencia enzimática de RS-5 muestra que no todo el almidón de una formulación tiene la misma accesibilidad, incluso cuando químicamente sigue siendo un polímero de glucosa [9].

El quinto factor es la **salud de la fermentación**. Una licuefacción correcta no garantiza por sí sola un alto rendimiento alcohólico si la levadura está estresada, si faltan nutrientes, si existe contaminación microbiana o si la sacarificación es incompleta. La literatura sobre procesos de fermentación industrial subraya que el rendimiento depende de la interacción entre biocatálisis, condiciones del medio y fisiología microbiana [18].

Beneficios técnicos realistas para usuarios B2B

El beneficio más inmediato es la **reducción de viscosidad** del mash. En operaciones con cereales cocidos, esto puede facilitar agitación, transferencia de calor, circulación, bombeo y contacto entre fases. La reducción de viscosidad también puede disminuir zonas muertas y mejorar la uniformidad del tratamiento enzimático, especialmente cuando se trabaja con formulaciones densas [3].

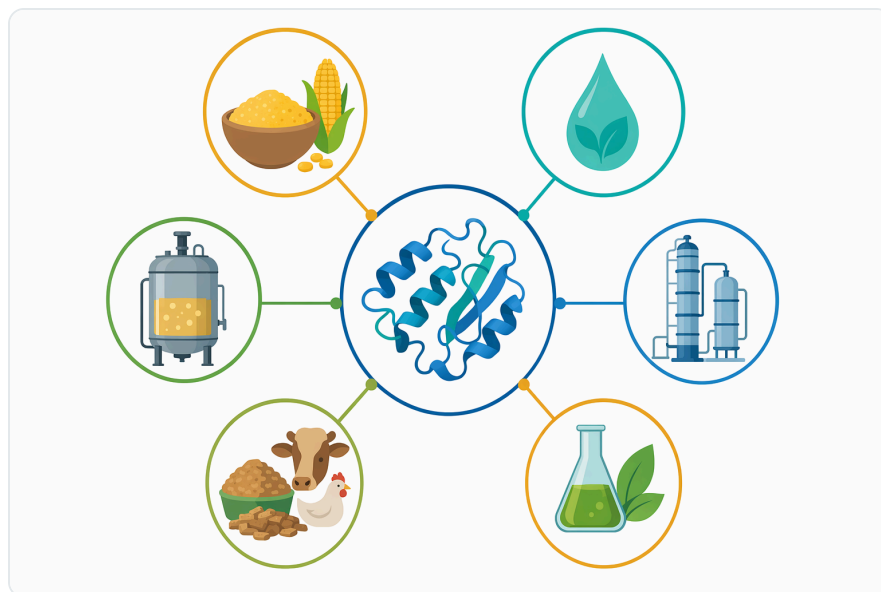


Figure 5. 이와 같은 전분 절단 화학 반응은 증류, 맥주 양조의 부원료 처리, 섬유 호발 제거, 식품 및 제빵 개질, 기타 전분 가공 분야에 활용된다.

El segundo beneficio es la **preparación del sustrato para sacarificación**. Al cortar cadenas internas, la alfa-amilasa genera más extremos de cadena y dextrinas más pequeñas, que son sustratos más adecuados para enzimas que liberan glucosa. Esta relación entre especificidad de producto y secuencia de conversión es una de las razones por las que la alfa-amilasa se combina con otras actividades en procesos industriales de almidón ^[1].

El tercer beneficio es la **consistencia tecnológica** frente a depender solo de actividad enzimática natural del grano o de la malta. Las alfa-amilasas industriales se han desarrollado precisamente porque los procesos de almidón requieren biocatalizadores con comportamiento reproducible bajo condiciones controladas. Revisiones sobre producción y aplicaciones industriales destacan su importancia en industrias que necesitan transformar materias primas agrícolas en productos fermentables o funcionales ^[2].

El cuarto beneficio es la **flexibilidad de materias primas**. La alfa-amilasa puede aplicarse a diferentes fuentes de almidón, aunque no todas responden igual. Arroz, maíz, trigo, yuca, patata y otros sustratos presentan estructuras y matrices distintas, por lo que la enzima debe integrarse dentro de un proceso que considere gelatinización, mezcla y sacarificación posterior ^[13].

Limitaciones: qué no debe prometer una alfa-amilasa

La alfa-amilasa no convierte automáticamente todo el almidón en glucosa. Su acción genera una mezcla de productos parciales; para una fermentación alcohólica intensiva, la glucosa y otros azúcares fermentables deben formarse en cantidad suficiente mediante sacarificación adecuada. Por ello, hablar de “fermentación de alto rendimiento” tiene sentido solo si la alfa-amilasa se integra con el resto del esquema de conversión y fermentación ^[4].

Tampoco elimina todos los problemas de viscosidad. Si la viscosidad procede de arabinoxilanos, beta-glucanos, proteínas hidratadas o sólidos finos, la alfa-amilasa solo tratará la parte asociada al almidón. La xilanasa y otras enzimas de pared celular pertenecen a otra familia funcional y se aplican cuando el cuello de botella está en polisacáridos no amiláceos ^[11].

No todos los almidones responden igual. La investigación sobre hidrólisis de almidón de guisante, trigo y estructuras resistentes muestra que la organización del gránulo, la cristalinidad, el daño mecánico, la gelatinización y la formación de complejos pueden cambiar la susceptibilidad al ataque enzimático ^[3]. Por eso, el resultado final debe evaluarse dentro del proceso real de cada usuario profesional.

Finalmente, una enzima no reemplaza el control microbiológico ni la gestión de fermentación. Si el mash se contamina, si la levadura no tolera las condiciones del medio o si la disponibilidad de nutrientes es deficiente, el rendimiento alcohólico puede caer aunque la licuefacción haya sido correcta. La conversión de almidón es una condición necesaria, pero no suficiente, para una fermentación robusta [18].

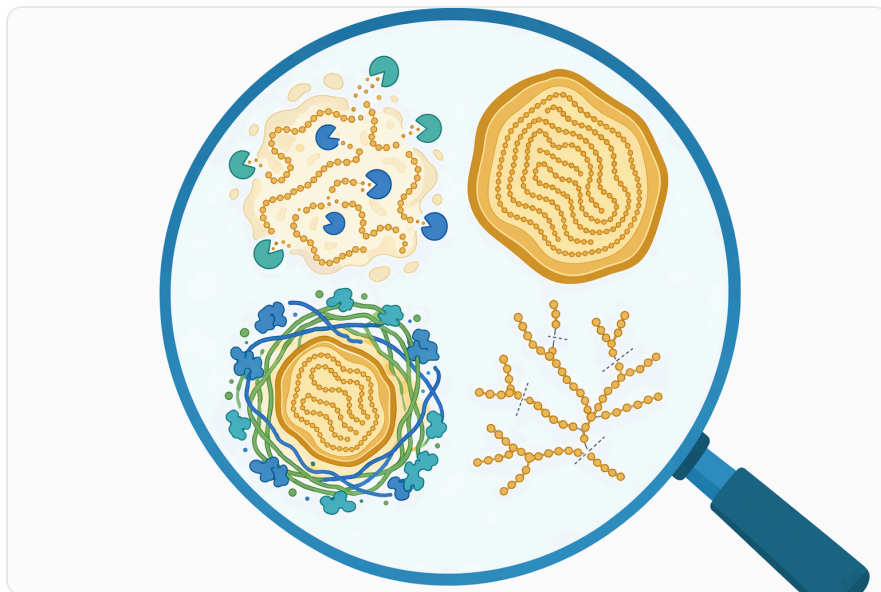


Figure 6. 관찰되는 액화 정도는 전분의 접근성, 입자 구조, 수화 상태, 젤라틴화, 그리고 단백질, 섬유질, 분지 덱스트린의 존재 여부에 따라 달라진다.

Posicionamiento del producto de Enzymes.bio

Para clientes que ya operan procesos con materias primas amiláceas y necesitan una enzima de apoyo para licuefacción, **Alpha Amylase Distillers' Enzyme** de Enzymes.bio encaja como una preparación orientada a convertir almidón en una matriz más fluida y lista para etapas posteriores de sacarificación y fermentación. Su valor técnico se entiende mejor en la etapa previa a la fermentación, donde la reducción de viscosidad y la generación de dextrinas tienen impacto directo en la manejabilidad del mash .

El producto se vende directamente en línea en unidades de **1 kg**. Enzymes.bio proporciona el **CoA** y la **SDS** junto con el pedido, lo que permite disponer de documentación del lote y de información de seguridad aplicable al manejo responsable. Esta documentación acompaña al producto, pero no sustituye las pruebas internas de proceso que cada planta de alimentos, bebidas, etanol o destilados realiza bajo sus propios controles .

Es importante presentar el producto de forma precisa: Enzymes.bio no se describe como fabricante ni laboratorio, sino como proveedor. La evidencia científica citada respalda la función industrial de la alfa-amilasa como clase enzimática; no debe leerse como una caracterización específica de fabricación, cepa productora o formulación patentada del producto comercial [2].

Conclusión técnica

La **alfa-amilasa para destilación** es una herramienta central para transformar almidón gelatinizado en dextrinas y cadenas más cortas antes de la sacarificación y fermentación. Su mecanismo —hidrólisis interna de enlaces α -1,4— explica tanto la reducción de viscosidad como la preparación del sustrato para una conversión posterior a azúcares fermentables [1].

La evidencia disponible respalda ampliamente su uso en procesamiento de almidón, destilación, etanol, alimentos y otras industrias basadas en carbohidratos. Sin embargo, el rendimiento alcohólico final depende del sistema completo: materia prima, gelatinización, accesibilidad del almidón, compatibilidad de pH y temperatura, enzimas complementarias, levadura y control de fermentación [4].

En un contexto B2B, **Alpha Amylase Distillers' Enzyme** de Enzymes.bio debe entenderse como una enzima práctica para mejorar la licuefacción y la preparación del mash antes de fermentaciones alcohólicas de alto rendimiento. Usada dentro de un proceso bien controlado, contribuye a una conversión de almidón más uniforme, una operación más manejable y una base más adecuada para producir azúcares fermentables .

Pedir Alpha Amylase Distillers' Enzyme For Conversion Of Starch Into Sugar Before High Yield Fermentation 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 Alpha Amylase Distillers' Enzyme For Conversion Of Starch Into Sugar Before High Yield Fermentation →](#)

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. Robyt, J. (1989). Mechanism and Product Specificity of Alpha-Amylases. *Journal of the Japanese Society of Starch Science*, 36, 287-301.
2. Farooq, M. A., Ali, S., Hassan, A., Tahir, H. M., Mumtaz, S., & Mumtaz, S. (2021). Biosynthesis and industrial applications of α -amylase: a review. *Archives of Microbiology*, 203, 1281 - 1292.
3. Матвеев, Ю., & Аверьянова, Е. В. (2022). ON THE MECHANISM OF PEA STARCH HYDROLYSIS BY ALPHA-AMYLASE DURING GERMINATION AND IN TECHNOLOGICAL PROCESSES. *Южно-Сибирский научный вестник*.
4. Chu-Ky, S., Pham, T., Bui, K., Nguyen, T., Pham, K., Nguyen, H. T., Luong, H., ... et al. (2016). Simultaneous liquefaction, saccharification and fermentation at very high gravity of rice at pilot scale for potable ethanol production and distillers dried grains composition. *Food and Bioprocesses Processing*, 98, 79-85.
5. Zhang, B., Bai, Y., Li, X., Dong, J., Wang, Y., & Jin, Z. (2025). Mechanism analysis for the differences in multi-level structure, enzyme accessibility and pasting properties of starch granules caused by different hydrolysis pathways of maltogenic α -amylase. *Food Chemistry*, 471, 142789 .
6. Wakim, J., Robinson, M., & Thoma, J. (1969). The active site of porcine-pancreatic alpha-amylase: Factors contributing to catalysis. *Carbohydrate Research*, 10, 487-503.
7. Keating, L., Kelly, C., & Fogarty, W. (1998). Mechanism of action and the substrate-dependent pH maximum shift of the alpha-amylase of Bacillus coagulans. *Carbohydrate Research*, 309 4, 311-8 .
8. Zhai, Y., Li, X., Bai, Y., Jin, Z., & Svensson, B. (2021). Maltogenic α -amylase hydrolysis of wheat starch granules: mechanism and relation to starch retrogradation. *Food Hydrocolloids*.
9. Zhong, H., She, Y., Yang, X., Wen, Q., Chen, L., Wang, X., & Chen, Z. (2024). Analysis of the mechanism of resistance to enzymatic hydrolysis of RS-5 resistant starch. *Food Chemistry*, 452, 139570 .
10. Almeida, R. L. J., Santos, N. C., Monteiro, S. S., Monteiro, S. S., Feitoza, J. V. F., Almeida Mota, M. M., Silva Eduardo, R., ... et al. (2024). Synergistic effect of ozone treatment with α -amylase on the modification of microstructure and paste properties of japonica rice starch. *Food Chemistry*, 465 Pt 2, 142145 .
11. Abena, T., & Simachew, A. (2024). A review on xylanase sources, classification, mode of action, fermentation processes, and applications as a promising biocatalyst. *BioTechnology*, 105, 273 - 285.
12. George, R., & George, J. J. (2020). Thermostable Alpha-Amylase and Its Activity, Stability and Industrial Relevance Studies. *Social Science Research Network*.
13. Ray, R., Mohapatra, S., Panda, S., & Kar, S. (2008). Solid substrate fermentation of cassava fibrous residue for production of alpha-amylase, lactic acid and ethanol. *Journal of environmental biology*, 29 1, 111-5 .
14. Almalki, M. (2018). Solid State Fermentation of Agro-Residues for the Production of Amylase from Bacillus subtilis for Industrial Applications. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7, 1341-1348.
15. Celińska, E., Borkowska, M., & Białaś, W. (2017). Enhanced production of insect raw-starch-digesting alpha-amylase accompanied by high erythritol synthesis in recombinant Yarrowia lipolytica fed-batch cultures at high-cell-densities. *Process Biochemistry*, 52, 78-85.
16. Huang, X., Schuppan, D., Tovar, L. E. R., Zevallos, V., Loponen, J., & Gänzle, M. (2020). Sourdough Fermentation Degrades Wheat Alpha-Amylase/Trypsin Inhibitor (ATI) and Reduces Pro-Inflammatory Activity. *Foods*, 9.

17. Long, Y. (2023). Preparation And Application of A - Amylase Inhibitors. *Highlights in Science Engineering and Technology*.
18. Timson, D. (2020). The roles and applications of chaotropes and kosmotropes in industrial fermentation processes. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, 36.

Contactar con Enzymes.bio

¿Tiene preguntas sobre un pedido? Nuestro equipo estará encantado de ayudarle.

CORREO ELECTRÓNICO 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.