

Cellulase: función enzimática y aplicaciones en jugos, biomasa, textiles, detergentes, pulpa y papel

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

La **cellulase** o **celulasa** es un sistema enzimático que rompe enlaces β -1,4 de la celulosa, reduciendo una matriz vegetal insoluble a oligosacáridos, celobiosa y, cuando el sistema incluye β -glucosidasa suficiente, glucosa. En B2B se usa cuando la celulosa limita la extracción, la filtración, la fermentación, el acabado textil, el destintado, el refinado de pulpa o la accesibilidad nutricional de materias primas fibrosas ^[1].

Enzymes.bio suministra **cellulase enzyme powder** para usos de procesamiento alimentario e industrial; actúa como proveedor, no como fabricante ni laboratorio. El producto se vende directamente en línea en unidades de **1 kg**, y el CoA y la SDS se proporcionan junto con el pedido.

Qué es la cellulase y por qué no es una sola enzima

La definición técnica de **cellulase** no se limita a “una enzima que digiere fibra”. En la práctica, el término designa un conjunto de actividades que hidrolizan la celulosa, el polisacárido lineal de glucosa que da rigidez a paredes celulares vegetales, algodón, pulpa papelera y muchas biomasas lignocelulósicas. La función de la cellulase consiste en atacar enlaces β -1,4-glicosídicos dentro de una estructura semicristalina e insoluble, por lo que la eficiencia depende tanto de la enzima como de la accesibilidad física del sustrato ^[1].

El sistema de celulasa suele describirse en **tres funciones complementarias**. Las endoglucanasas generan cortes internos y aumentan el número de extremos disponibles; las exoglucanasas o celobiohidrolasas avanzan desde esos extremos y liberan principalmente celobiosa; y las β -glucosidasas convierten celobiosa y oligómeros cortos en glucosa. Esta arquitectura explica por qué un producto o cóctel con buena acción inicial sobre fibra no siempre produce una conversión completa a glucosa si una de esas funciones queda desbalanceada ^[2].

La celulosa no aparece aislada en la mayoría de las materias primas. En frutas, pseudotallos, forrajes, residuos agrícolas, madera o pulpas, está asociada con hemicelulosas, pectinas, lignina, proteínas y compuestos fenólicos. Por eso, expresiones como **cellulase and pectinase**, **cellulase y xylanase** o

mezclas tipo **amylase protease cellulase lactase lipase** aparecen en formulaciones multienzimáticas: cada enzima ataca una barrera distinta, y la celulasa solo resuelve la fracción celulósica del problema [2].

Mecanismo de acción: de la fibra rígida a fragmentos solubles

La acción de la celulase puede entenderse como una combinación de adsorción, corte y liberación. Primero, dominios de unión o zonas de afinidad acercan la proteína enzimática a la superficie de la fibra. Después, el sitio catalítico rompe enlaces de la cadena de celulosa. Finalmente, los fragmentos liberados se difunden al medio o quedan disponibles para otras enzimas del sistema. En celulasas termoestables se ha estudiado la relación entre dominios catalíticos y dominios de unión a carbohidratos, mostrando que la dinámica de esas regiones influye en la cooperación funcional de la enzima [3].

En materiales reales, la celulosa presenta regiones más amorfas y regiones más cristalinas. Las zonas amorfas son más accesibles; las cristalinas requieren una acción más persistente o sinérgica. Por eso, la degradación de **celulosa cristalina** sigue siendo una línea activa de investigación: trabajos recientes han descrito celulasas derivadas de metagenomas con capacidad mejorada para actuar sobre sustratos cristalinos, un indicador de que la estructura física del sustrato es tan importante como la química del enlace que se rompe [4].

La hipótesis mecánica en textiles añade otro factor: la fuerza mecánica. En lavado, denim o biopulido, la celulasa no trabaja en reposo sobre una fibra perfectamente expuesta; actúa en presencia de agitación, rozamiento, flujo y desprendimiento de microfibrillas. La interacción entre acción enzimática y cizalla ayuda a explicar por qué dos procesos con la misma enzima pueden producir acabados distintos si cambian la agitación, el tiempo o la estructura del tejido [5].

Cellulase optimum pH: por qué no existe un valor universal

La búsqueda **cellulase optimum pH** suele partir de una expectativa equivocada: que todas las celulasas funcionen en el mismo rango. En realidad, el comportamiento depende del organismo de origen, la formulación, la matriz, el tipo de enlace accesible y el objetivo del proceso. Celulasas bacterianas, fúngicas, termoestables, alcalinas o ácidas pueden estar diseñadas o seleccionadas para entornos diferentes, por lo que el pH óptimo no debe extrapolarse entre aplicaciones como jugo, denim, detergente o pulpa reciclada [6].

En detergentes y procesos alcalinos, por ejemplo, se buscan celulasas compatibles con formulaciones de lavado y con condiciones que no son las mismas que las de una maceración de fruta. En pulpa y papel reciclado, las revisiones sobre celulasas alcalinas destacan su interés precisamente porque deben funcionar en entornos industriales donde pH, temperatura, fibras recicladas, cargas minerales y químicos auxiliares modifican la respuesta enzimática [7].

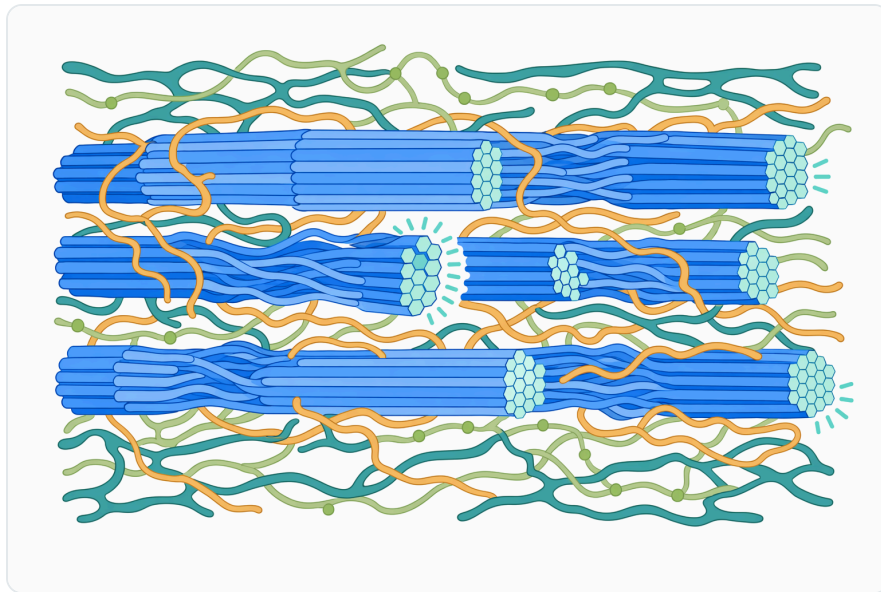


Figure 1. 셀룰로오스는 β-1,4-글루코스 사슬이 미세섬유로 촘촘히 배열되고, 흔히 여러 성분이 섞인 식물 세포벽 매트릭스 안에 묻혀 있어 가공하기 어렵습니다.

La misma cautela aplica a expresiones como **cellulase trichoderma viride**, **cellulase onozuka** o nombres comerciales de reactivos. Pueden aparecer en literatura técnica, catálogos o búsquedas de laboratorio, pero no son equivalentes a una especificación universal. Para procesamiento B2B, la decisión relevante no es el nombre de búsqueda sino la compatibilidad entre la preparación enzimática, la matriz y el efecto buscado [8].

Comparación de aplicaciones industriales de la celulase

Aplicación B2B	Barrera celulósica que se busca modificar	Efecto técnico esperado	Riesgo si se sobredosifica o se prolonga el tratamiento
Jugos, vinos, sidras y extractos vegetales	Pared celular que retiene jugo, pigmentos, aromas o compuestos solubles	Mayor liberación de líquidos y solutos; apoyo a maceración y extracción	Pérdida de textura, liberación no deseada de sólidos o cambios sensoriales
Biomasa y bioetanol	Celulosa en residuos lignocelulósicos	Conversión a azúcares fermentables dentro de	Conversión incompleta si falta sinergia con otras enzimas o

Aplicación B2B	Barrera celulósica que se busca modificar	Efecto técnico esperado	Riesgo si se sobredosifica o se prolonga el tratamiento
		cócteles enzimáticos	pretratamiento
Textiles, algodón y denim	Microfibrillas superficiales de celulosa	Biopulido, tacto más suave, efecto envejecido o lavado enzimático	Pérdida de resistencia, daño superficial excesivo
Pulpa y papel	Superficie y fibrilación de fibras celulósicas	Mejora de drenaje, refinado o reciclado según proceso	Disminución de propiedades mecánicas si la hidrólisis es excesiva
Detergentes	Fibrillas y partículas adheridas a tejidos celulósicos	Renovación de superficie, ayuda a eliminación de suciedad particulada	Desgaste de fibras sensibles en condiciones no controladas
Alimentación animal y ensilado	Polisacáridos estructurales que limitan accesibilidad	Liberación parcial de azúcares y mejor exposición de nutrientes	Respuesta variable según dieta, especie y matriz fibrosa

La tabla muestra un patrón común: la celulasa es útil cuando se necesita debilitar una estructura rica en celulosa, pero no conviene interpretarla como un agente de degradación indiscriminada. La ventaja industrial aparece cuando la hidrólisis es suficiente para mejorar el proceso, pero no tan intensa como para deteriorar el material final ^[9].

Procesamiento de frutas, jugos, vino y extractos vegetales

En frutas y materias primas botánicas, la celulosa forma parte de una red de pared celular donde también intervienen pectinas y hemicelulosas. La celulasa abre o debilita la fracción celulósica, mientras que la pectinasa reduce la viscosidad y rompe la matriz péctica; por eso la combinación **cellulase and pectinase** suele ser más lógica que usar celulasa sola cuando el objetivo es aumentar rendimiento de jugo, mejorar clarificación o liberar compuestos atrapados en tejidos vegetales ^[10].

La literatura sobre pectinasas en clarificación de jugos subraya que la pectina influye en turbidez, viscosidad y filtrabilidad. En ese contexto, la celulasa no sustituye a la pectinasa: complementa su acción cuando la pared celular conserva estructura fibrosa que limita la salida de líquido o solutos. Esta distinción es importante en procesos de frutas, porque una formulación mal equilibrada puede mejorar una variable —por ejemplo, desintegración de tejido— sin optimizar otra, como claridad o estabilidad ^[11].

En extractos vegetales, hierbas, subproductos de fruta y matrices con alto contenido de pared celular, la celulasa ayuda a aumentar la superficie accesible. El mecanismo es físico-químico: al cortar celulosa se debilitan paredes y haces fibrosos, lo que facilita la difusión de agua, solventes alimentarios o jugo propio hacia zonas antes encerradas. El resultado no es automático; depende de molienda, hidratación, tiempo de contacto y de si la matriz contiene más pectina, hemicelulosa o lignina que celulosa utilizable [9].

Biomasa lignocelulósica y producción de azúcares fermentables

La aplicación más estudiada de la celulase es la hidrólisis de biomasa lignocelulósica. La meta técnica es convertir celulosa insoluble en azúcares que microorganismos puedan fermentar, especialmente glucosa. Sin embargo, la biomasa no es solo celulosa: la lignina limita acceso, la hemicelulosa rodea microfibrillas y la cristalinidad reduce velocidad de hidrólisis. Por ello, las revisiones de biocombustibles insisten en que la celulasa funciona mejor como parte de un sistema con pretratamiento y enzimas auxiliares [12].

La sinergia con xilanasa es especialmente relevante. Las xylanasas degradan hemicelulosas tipo xilano, que pueden cubrir o bloquear regiones de celulosa. Al retirarse parte de esa barrera, la celulasa encuentra más puntos de ataque. Esta cooperación no solo aumenta la liberación de azúcares; también puede reducir cuellos de botella relacionados con viscosidad, transferencia de masa y accesibilidad interna de partículas vegetales [2].

Los desarrollos recientes siguen buscando celulasas con mayor estabilidad, tolerancia a condiciones de proceso y capacidad sobre sustratos resistentes. La caracterización de enzimas de bacterias termófilas y ambientes extremos refleja una tendencia clara: la industria necesita proteínas que conserven función en condiciones donde enzimas convencionales pierden rendimiento. Aun así, una celulasa prometedora en laboratorio no garantiza por sí sola rendimiento en planta si la biomasa no fue preparada para exponer la fracción celulósica [13].

En bioprocesos derivados de algas, residuos agrícolas o subproductos industriales, la celulasa puede integrarse a estrategias de valorización donde el objetivo es liberar azúcares, facilitar fermentación o reducir residuos. La producción de bioetanol a partir de subproductos de agar y carragenina, por ejemplo, muestra cómo materiales no convencionales pueden entrar en rutas fermentativas cuando se diseñan etapas de hidrólisis y conversión adecuadas [14].

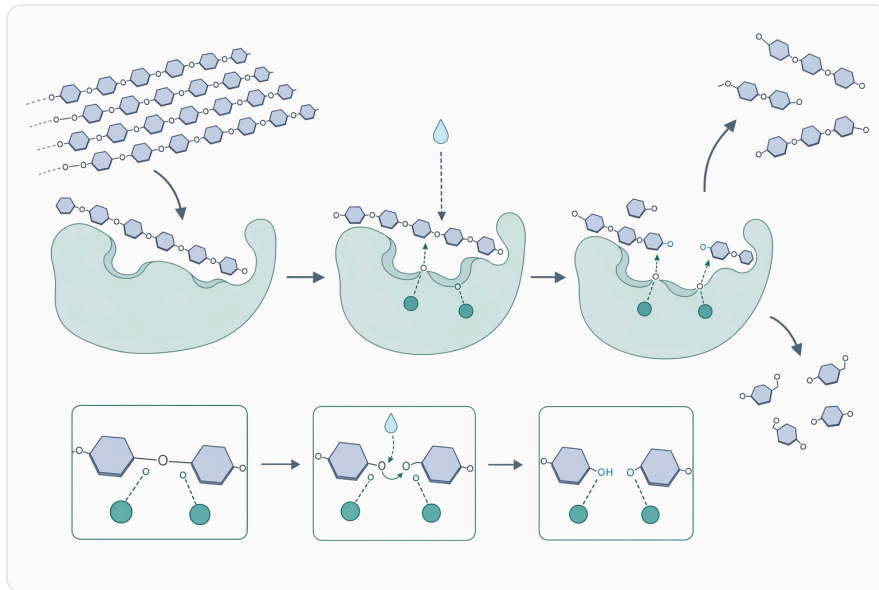


Figure 2. 셀룰라아제의 작용은 표면 결합, 내부 사슬 절단, 사슬 말단 처리, 그리고 짧은 조각을 포도당으로 전환하는 과정으로 진행됩니다.

Textiles: algodón, denim, biopulido y lavado enzimático

En algodón y denim, la celulosa es el material base. La celulasa actúa sobre microfibrillas superficiales, no como blanqueante ni como suavizante químico convencional. Al cortar zonas expuestas, facilita el desprendimiento de fibras finas que generan aspereza, pilling o apariencia opaca. Por eso se usa en biopulido, lavado enzimático y acabados tipo envejecido, donde el objetivo es modificar la superficie sin destruir la estructura principal del hilo [15].

Los estudios sobre algodón muestran que la acción puede medirse por cambios en la fibra: pérdida de microfibrillas, alteración de rugosidad superficial y variaciones en resistencia o tacto. Un trabajo sobre **Bacillus cereus DU-1** evaluó celulasa producida por un microorganismo aislado de suelo y sus efectos sobre fibra de algodón, ilustrando que diferentes fuentes enzimáticas pueden producir perfiles de modificación distintos sobre el mismo tipo de sustrato [16].

La aplicación en denim requiere equilibrio. Una hidrólisis limitada ayuda a obtener abrasión controlada y aspecto “stone-wash” con menor dependencia de tratamientos mecánicos agresivos. Pero una reacción excesiva puede debilitar el tejido, afectar costuras o generar pérdida de masa no deseada. De ahí el interés en celulasas inmovilizadas o recuperables para aplicaciones de fading, porque la reutilización y el control de contacto pueden mejorar la gestión del proceso [15].

También se investigan fibras vegetales alternativas. En pseudotallo de banana, el uso combinado de celulasa y pectinasa aisladas de *Aspergillus niger* para biosuavizado muestra que la celulasa puede participar en la adaptación de fibras no algodóneras para usos textiles. En ese caso, la pectinasa ayuda

a retirar componentes cementantes mientras la celulasa modifica la fracción celulósica, reforzando la idea de que el acabado textil suele ser multienzimático ^[17].

Cellulase laundry detergent: detergentes y cuidado de tejidos

La búsqueda **cellulase laundry detergent** se relaciona con un uso distinto al textil industrial, aunque el sustrato sea parecido. En detergentes, la celulasa se utiliza para ayudar a renovar la superficie de tejidos de algodón, retirar fibrillas dañadas y facilitar la liberación de partículas atrapadas. El efecto buscado no es “digerir” la prenda, sino limpiar y mantener apariencia mediante acción superficial controlada ^[9].

Las celulasas alcalinas son relevantes en este campo porque muchas formulaciones de lavado operan en condiciones donde enzimas ácidas no son adecuadas. La literatura sobre aplicaciones industriales de celulasas alcalinas en pulpa, papel y reciclaje también es pertinente para detergentes, ya que ambas áreas requieren actividad en medios donde pH y aditivos pueden afectar la estabilidad de la proteína ^[7].

No obstante, un polvo de celulasa para procesamiento B2B no debe confundirse con **cellulase pastillas, cellulase supplement, cellulase advanced gold, cellulase gold comprar** o búsquedas de consumo como **cellulase advanced opiniões**. Esos términos suelen pertenecer al mercado de suplementos, opiniones de usuarios o productos terminados; este artículo se centra en celulasa como ingrediente de proceso para clientes industriales, no en recomendaciones de consumo humano.

Pulpa, papel, reciclaje y desaguado

En pulpa y papel, la celulasa se emplea para modificar la superficie de fibras, favorecer refinado, mejorar drenaje o apoyar reciclado. La enzima puede aumentar fibrilación externa o alterar finos, lo que impacta desaguado, resistencia de hoja y consumo mecánico. La revisión sobre celulasa en la industria de pulpa y papel describe su papel en procesos donde una modificación moderada de fibra puede sustituir o reducir operaciones más intensivas ^[18].

La evidencia reciente se orienta hacia cócteles enzimáticos libres de células para desarrollar mejor la matriz de fibra, con objetivos de desaguado, resistencia y descarbonización. El razonamiento técnico es claro: si una enzima mejora la forma en que las fibras se hidratan, se compactan o liberan agua, puede reducir energía térmica o mecánica asociada a etapas posteriores. Pero el efecto debe validarse frente a propiedades finales del papel, porque más hidrólisis no siempre equivale a mejor hoja ^[19].

En reciclaje de papel, las celulasas alcalinas pueden contribuir a destintado, drenaje o modificación de fibras envejecidas. Sin embargo, los sistemas reciclados son heterogéneos: contienen fibras de distintas historias, cargas minerales, tintas, adhesivos y químicos residuales. Esta variabilidad explica por qué la literatura trata la celulosa como herramienta ajustable, no como sustituto directo de todo el paquete químico-mecánico del reciclaje [7].

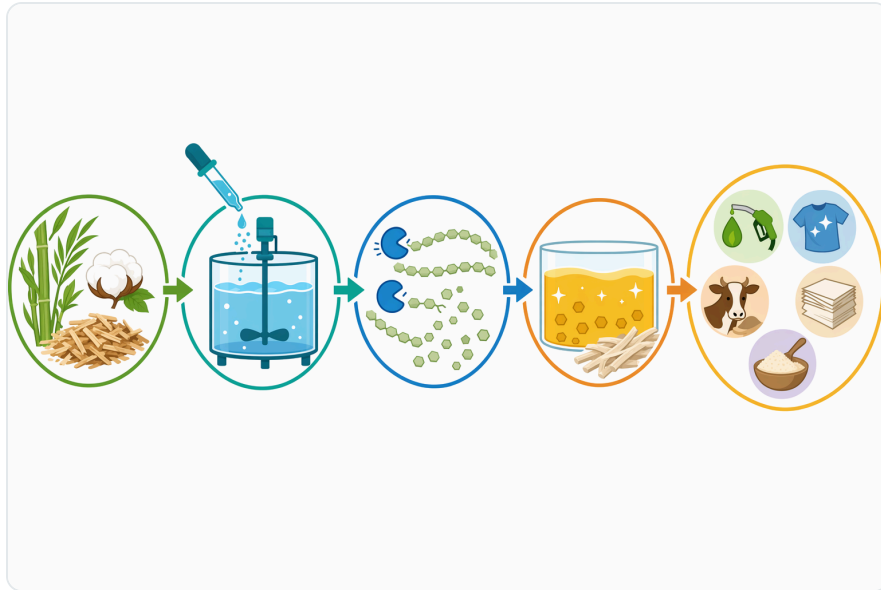


Figure 3. 면직물의 바이오 폴리싱과 섬유 관리에서 셀룰라아제는 표면의 미세 보풀 섬유를 약화시켜, 직물 본체는 그대로 유지한 채 기계적 작용으로 보풀을 제거할 수 있게 합니다.

Alimentación animal, forrajes y ensilado

En alimentación animal, la celulosa se estudia porque muchos ingredientes vegetales contienen polisacáridos estructurales que reducen la accesibilidad de nutrientes. En monogástricos, la celulosa puede encapsular almidón, proteína o lípidos dentro de paredes celulares; al debilitar esa pared, la enzima puede aumentar exposición de nutrientes a las enzimas digestivas propias o añadidas. La respuesta real depende de especie, edad, dieta total y presencia de otras enzimas como xilanasas o β -glucanasas [2].

En forrajes y ensilado, la celulosa puede liberar azúcares fermentables que favorecen la actividad de bacterias ácido-lácticas, siempre que el material contenga fracción celulósica accesible. En matrices muy lignificadas, el efecto se limita porque la enzima no degrada lignina de manera principal. Por eso, la celulosa es más útil cuando se integra en una estrategia que considera picado, humedad, compactación y microbiología del ensilado [12].

Cellulase in humans: aclaración sobre búsquedas de consumo

La expresión **cellulase in humans** aparece con frecuencia junto a búsquedas de suplementos digestivos. Desde el punto de vista B2B, conviene separar dos mundos: la celulasa como enzima de proceso para matrices vegetales y la celulasa como ingrediente de productos de consumo. Este documento no evalúa beneficios clínicos, opiniones de usuarios ni productos tipo **cellulase supplement** o **cellulase pastillas**; se limita a aplicaciones industriales y de procesamiento.

También es común encontrar búsquedas de combinaciones como **amylase protease cellulase lactase lipase**. En procesamiento, esa lógica multienzimática tiene sentido cuando la matriz contiene almidón, proteína, celulosa, lactosa o lípidos que deben modificarse simultáneamente. Pero mezclar nombres de enzimas no define por sí solo una aplicación: el efecto depende de sustratos presentes, condiciones de proceso y compatibilidad entre actividades ^[20].

Fuentes microbianas y desarrollo tecnológico

Las celulasas pueden obtenerse de bacterias, hongos filamentosos, actinobacterias y comunidades microbianas exploradas mediante bioprospección. Revisiones sobre producción de celulasa por hongos filamentosos destacan el interés industrial de estos organismos por su capacidad de secretar enzimas extracelulares, lo que facilita obtener sistemas con varias actividades celulolíticas en una misma preparación ^[8].

La bioprospección bacteriana también sigue activa. Estudios recientes han aislado microorganismos productores de celulasa desde suelos, sedimentos termales y otros ambientes, buscando perfiles de estabilidad o actividad compatibles con procesos exigentes. La exploración de bacterias termofílicas productoras de amilasa y celulasa muestra la importancia de combinar resistencia térmica con capacidad hidrolítica cuando el proceso opera en condiciones más severas ^[13].

Las actinobacterias marinas representan otra línea de interés, especialmente para biofuel y degradación de biomasa en entornos salinos o variables. Las revisiones sobre actinobacterias marinas celulolíticas apuntan a un objetivo práctico: ampliar el repertorio de enzimas disponibles para materiales que no responden bien a celulasas convencionales ^[12].

Además, se investigan estrategias de inmovilización con biopolímeros, nanomateriales y estructuras tipo MOF para mejorar estabilidad, recuperación o reutilización. Aunque estas tecnologías no equivalen a los polvos enzimáticos convencionales, muestran hacia dónde avanza el campo: mayor control de contacto, menor pérdida de actividad y procesos más circulares ^[21].

Límites técnicos: lo que la celulasa no hace

La celulasa no degrada lignina como función principal. En biomasa muy lignificada, la lignina actúa como barrera física y puede adsorber enzimas de forma improductiva. Por eso, si el cuello de botella es la lignina y no la celulosa accesible, añadir más celulasa puede tener rendimiento limitado. El diseño del pretratamiento sigue siendo crítico para exponer fibras y reducir interferencias ^[9].

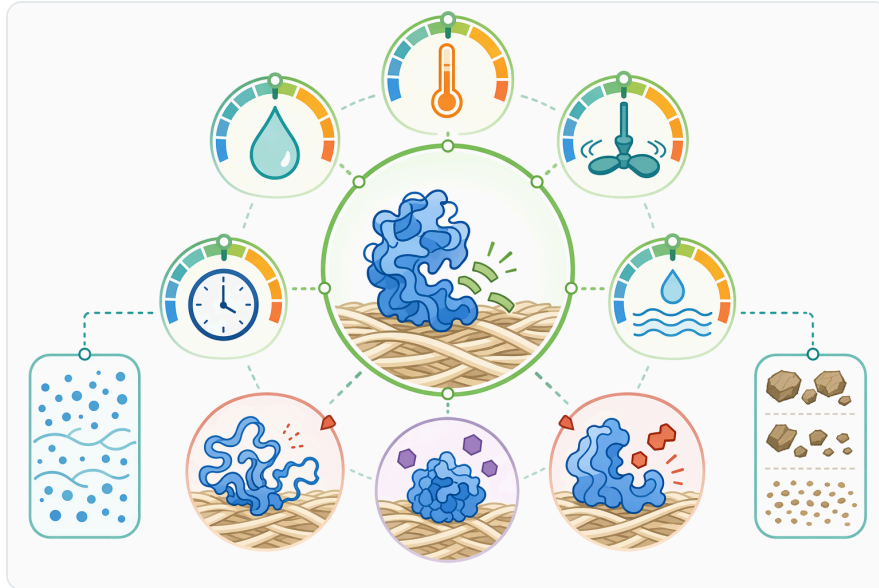


Figure 4. 셀룰라아제의 성능은 효소의 유래, 기질 접근성, pH, 온도, 수분, 접촉 시간, 혼합 조건, 그리고 처리액에 포함된 저해 성분이나 보조 성분에 따라 달라집니다.

Tampoco debe asumirse que una celulasa sola sustituye a pectinasa, xilanasas, amilasa o proteasa. En jugos, la pectina puede dominar la viscosidad; en cereales, el almidón puede ser el sustrato principal; en forrajes, hemicelulosa y lignina pueden determinar accesibilidad; y en textiles, la construcción del hilo puede condicionar más el acabado que la dosis enzimática. La celulasa resuelve una parte concreta de la arquitectura vegetal ^[11].

Un tercer límite es el daño por exceso. En algodón, papel o fibras vegetales, la celulosa es también el material que da resistencia. La misma reacción que elimina microfibrillas superficiales puede reducir tenacidad si se prolonga demasiado. En pulpa, una modificación que mejora drenaje puede perjudicar propiedades mecánicas si la fibra se corta o debilita más de lo necesario ^[18].

Uso responsable en procesos B2B

La celulase debe tratarse como una herramienta de proceso, no como un aditivo universal. La integración responsable implica definir el objetivo técnico —extraer, clarificar, hidrolizar, ablandar, biopulir, desaguar o liberar azúcares— y ajustar el proceso para que la enzima actúe sobre la fracción celulósica sin comprometer el producto final. En aplicaciones reguladas, la conformidad del producto terminado y la validación del proceso corresponden al usuario industrial ^[20].

Enzymes.bio suministra celulasa para procesamiento alimentario e industrial y no se presenta como fabricante ni laboratorio. El producto se compra directamente en línea en formato de 1 kg; el certificado de análisis y la ficha de datos de seguridad se proporcionan junto con el pedido. Esta documentación acompaña al lote adquirido y debe usarse dentro del sistema de calidad propio del comprador.

Para búsquedas como **cellulase buy**, **cellulase enzyme powder** o **cellulase gold comprar**, la clave es no confundir mercado de consumo, nombres comerciales y enzimas de proceso. En B2B, la pregunta técnica no es si la celulasa “funciona” en abstracto, sino si la pared celular, fibra o biomasa del proceso contiene celulosa accesible y si la modificación deseada se logra sin degradación excesiva.

Conclusión

La **cellulase** es una enzima industrial versátil porque ataca una de las estructuras más abundantes y resistentes de la biomasa vegetal: la celulosa. Su función enzimática se basa en la cooperación entre endoglucanasas, exoglucanasas y β -glucosidasas, que convierten una fibra insoluble en fragmentos más pequeños y, en sistemas completos, en glucosa ^[1].

Sus aplicaciones principales incluyen extracción de jugos y compuestos vegetales, bioetanol, textiles de algodón y denim, detergentes, pulpa y papel, alimentación animal y ensilado. La evidencia científica respalda su utilidad cuando la celulosa es una barrera real, pero también muestra límites claros: no sustituye otros pretratamientos, no degrada lignina de forma principal y puede dañar fibras si se usa sin control ^[9].

Enzymes.bio ofrece celulase para compra directa en línea en unidades de 1 kg, con CoA y SDS proporcionados junto con el pedido. Para clientes B2B, la forma más precisa de entenderla es como una herramienta de modificación de matrices vegetales: potente cuando se aplica al sustrato correcto, dentro de condiciones compatibles y con un objetivo de proceso bien definido.

Pedir Cellulase 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 Cellulase →](#)

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. Golan, A. E. (2011). Cellulase : types and action, mechanism and uses.
2. Bajaj, P., & Mahajan, R. (2019). Cellulase and xylanase synergism in industrial biotechnology. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 103, 8711 - 8724.
3. Batista, P. R., Costa, M. G. S., Pascutti, P., Bisch, P., & Souza, W. (2011). High temperatures enhance cooperative motions between CBM and catalytic domains of a thermostable cellulase: mechanism insights from essential dynamics. *Physical Chemistry, Chemical Physics - PCCP*, 13 30, 13709-20 .
4. Adab, F. K., Yaghoobi, M. M., & Gharechahi, J. (2024). Enhanced crystalline cellulose degradation by a novel metagenome-derived cellulase enzyme. *Scientific Reports*, 14.
5. Lenting, H., & Warmoeskerken, M. (2001). Mechanism of interaction between cellulase action and applied shear force, an hypothesis. *Journal of Biotechnology*, 89 2-3, 217-26 .
6. Pattanashetti, L., Chavan, L. D., Desai, S. S., & Hanagawadimath, R. (2025). Isolation of Cellulase Producing Microorganism and Characterization of Partially Purified Enzyme. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*.
7. Yakubu, A., & Vyas, A. (2023). INDUSTRIAL APPLICATION OF ALKALINE CELLULASE ENZYMES IN PULP AND PAPER RECYCLING: A REVIEW. *Cellulose Chemistry and Technology*.
8. Zhang, Z., Xing, J., Li, X., Lu, X., Liu, G., Qu, Y., & Zhao, J. (2024). Review of research progress on the production of cellulase from filamentous fungi. *International Journal of Biological Macromolecules*, 134539 .
9. Budhreja, A. A., & Roy, R. (2024). ADVANCEMENTS IN CELLULASE ENZYME TECHNOLOGY: APPLICATIONS, CHALLENGES, AND FUTURE PERSPECTIVES. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*.
10. Kumar, P. (2015). Efficacy of Pectinase purified from Bacillus VIT sun-2 and in combination with xylanase and cellulase for the yield and clarification improvement of various culinary juices from South India for Pharma and Health Benefits.
11. Patel, V. B., Chatterjee, S., & Dhoble, A. S. (2022). A review on pectinase properties, application in juice clarification, and membranes as immobilization support. *Journal of Food Science*.

12. J., A. J., Samuel, M. S., Govarthan, M., & Selvarajan, E. (2022). A comprehensive review on strategic study of cellulase producing marine actinobacteria for biofuel applications. *Environmental Research*, 114018 .
13. Budiharjo, A., Wulandari, D., Shabrina, J., Mawarni, R. A., Maulana, A. R., Nurhayati, N., Wijanarka, W., ... et al. (2024). Bioprospecting and Molecular Identification of Amylase and Cellulase Producing Thermophilic Bacteria from Sediment of Nglimut Hot Springs, Kendal Regency. *Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology*.
14. Hessami, M., Salleh, A., & Phang, S. (2020). Bioethanol a by-product of agar and carrageenan production industry from the tropical red seaweeds, Gracilaria manilaensis and Kappaphycus alvarezii. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 19, 942-960.
15. Madhu, A., & Chakraborty, J. (2024). Covalent Immobilization of Cellulase Enzyme on Chitosan and Eudragit S-100 Biopolymers for Recovery and Reusability in Denim Fading Application. *Fibers And Polymers*, 25, 4557 - 4573.
16. Uğraş, S., Bicen, H. E. I., & Emire, Z. (2024). Determination of Cellulase Enzyme Produced by Bacillus cereus DU-1 Isolated from Soil, and Its Effects on Cotton Fiber. *Brazilian Archives of Biology and Technology*.
17. A, M. W., S, J. J., K., D. P., S, S., & S, A. (2023). Biosoftening of banana pseudostem fiber using cellulase and pectinase enzyme isolated from Aspergillus niger for textile industry. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 21.
18. Singh, S., Singh, V., Aamir, M., Dubey, M., Patel, J., Upadhyay, R., & Gupta, V. (2016). Cellulase in Pulp and Paper Industry.
19. Barrios, N., Gonzalez, M., Venditti, R. A., & Pal, L. (2025). Synergistic cell-free enzyme cocktails for enhanced fiber matrix development: improving dewatering, strength, and decarbonization in the paper industry. *Biotechnology for Biofuels and Bioproducts*, 18.
20. Falch, E. (1991). Industrial enzymes—developments in production and application. *Biotechnology Advances*, 9 4, 643-58 .
21. Suhag, S., Yadav, P., Sachdeva, V., Lohan, K., Luhach, V., & Hooda, V. (2025). Enhancing cellulase performance through nanomaterials and MOFs: innovations and applications. *Preparative Biochemistry & Biotechnology*, 55, 1096 - 1117.


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.