

β -mananasa (Mannanase) para piensos: adición en alimentación animal, procesamiento de hemicelulosa y oligosacáridos de manosa

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

La β -mananasa, también llamada mannanase en aplicaciones de pienso, es una enzima que hidroliza β -mananos de la hemicelulosa vegetal y los convierte en fragmentos más cortos, incluidos manano-oligosacáridos derivados de manosa. En nutrición animal se usa para reducir efectos antinutricionales de polisacáridos no amiláceos, mejorar el aprovechamiento de dietas vegetales y apoyar estrategias de formulación en aves, porcino y otros sistemas cuando existe suficiente sustrato en la dieta ^[1]. Enzymes.bio la suministra como proveedor en línea en unidades de 1 kg; no actúa como fabricante ni laboratorio, y el CoA y la SDS se proporcionan junto con el pedido.

Qué es la β -mananasa y por qué se usa en piensos vegetales

La **β -mananasa** es una enzima hemicelulolítica especializada en romper enlaces internos de cadenas de manano. En piensos, el término “mannanase feed addition” se refiere a su incorporación como aditivo funcional para dietas con materias primas vegetales que contienen **β -mananos**, **galactomananos**, **glucomananos** u otras fracciones relacionadas de la pared celular vegetal. Una revisión sobre enzimas exógenas en monogástricos sitúa a estas enzimas dentro del grupo de aditivos zootécnicos usados para mejorar la utilización de nutrientes en piensos basados en ingredientes vegetales ^[2].

Los β -mananos forman parte de los **polisacáridos no amiláceos**: no son almidón, no son proteína y, en animales monogástricos, no se degradan con la misma eficiencia que los nutrientes digestibles clásicos. Su importancia no depende solo de su cantidad total, sino de su estructura: una cadena lineal o parcialmente ramificada puede hidratarse, interactuar con otros componentes de la dieta, aumentar la viscosidad de la digesta o dificultar el contacto entre enzimas digestivas endógenas y nutrientes. Los estudios recientes sobre arquitectura de hemicelulosas muestran que las cadenas laterales y la organización estructural de la pared vegetal son determinantes para diseñar cócteles enzimáticos eficaces ^[3].

La expresión “**Hemicellulose Mannose Oligosaccharide Processing**” describe, en este contexto, el procesamiento enzimático de hemicelulosas ricas en manosa para generar moléculas más pequeñas. En vez de considerar la fibra como una fracción inerte, la mananasa permite transformarla parcialmente: las cadenas largas de manano se cortan en oligosacáridos de menor tamaño y en productos solubles de hidrólisis. Este enfoque es análogo al procesamiento de otras hemicelulosas, como la preparación de xilo-oligosacáridos mediante hidrólisis enzimática de fracciones hemicelulósicas [4].

Conviene diferenciar esta aplicación nutricional del “procesamiento de oligosacáridos” usado en biología celular. En células de mamífero, por ejemplo, existen manosidasas que modifican oligosacáridos N-ligados de glicoproteínas; esas enzimas participan en rutas intracelulares de maduración y control de calidad, no en la degradación de mananos vegetales en el pienso [5]. La β -mananasa para alimentación animal actúa sobre polisacáridos de origen vegetal, no sobre glicanos intracelulares de proteínas.

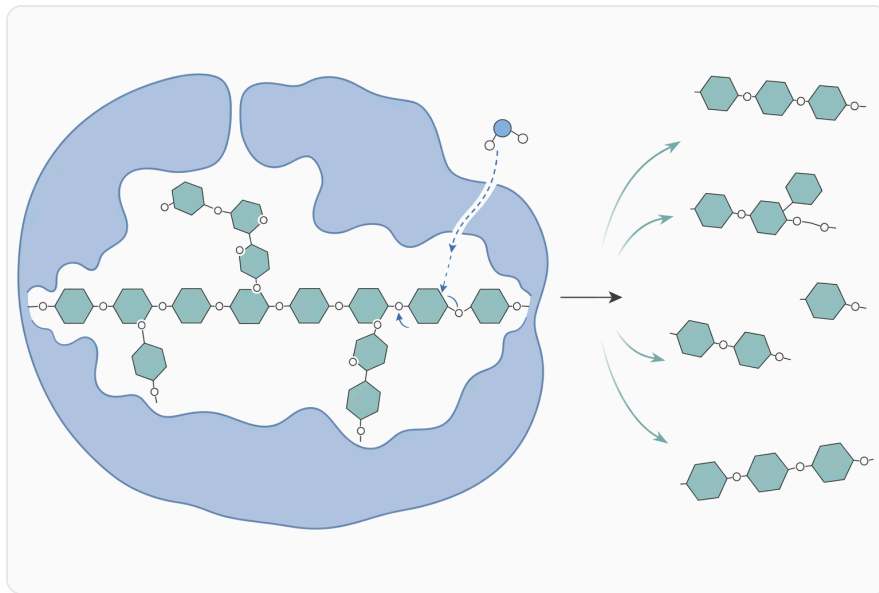


Figure 1. 엔도- β -만난아제는 만난 기반 헤미셀룰로오스의 내부 β -1,4 결합을 가수분해하여 만노스가 풍부한 더 짧은 올리고당을 생성한다.

Mecanismo concreto: cómo la mananasa transforma β -mananos

El mecanismo principal es una **hidrólisis endoenzimática**: la β -mananasa corta enlaces dentro de la cadena principal de manano, en lugar de retirar unidades una por una desde los extremos. En términos prácticos, esto reduce el tamaño molecular de la fracción de manano, disminuye la longitud de las cadenas hidratables y genera fragmentos más cortos, incluidos manano-oligosacáridos. La

literatura sobre enzimas exógenas en monogástricos describe precisamente este papel de las enzimas carbohidrasas: degradar polisacáridos no amiláceos que los animales no hidrolizan eficientemente por sí solos [2].

Este corte tiene varias consecuencias nutricionales. Primero, puede disminuir la **viscosidad de la digesta** cuando la fracción soluble de manano contribuye a retener agua y espesar el contenido intestinal. Segundo, puede reducir el encapsulamiento físico de nutrientes dentro de matrices vegetales. Tercero, puede modificar señales asociadas a fibras que el animal percibe como estructuras microbianas o irritantes, reduciendo gastos fisiológicos no productivos. En broilers, la relación entre β -mananasa, viscosidad de la digesta, morfología intestinal y utilización de nutrientes ha sido objeto de meta-análisis y meta-regresión, lo que confirma que estos son parámetros centrales para evaluar la enzima [6].

El efecto no es idéntico para todos los ingredientes. Un galactomanano con numerosas cadenas laterales de galactosa puede responder de forma distinta a un glucomanano con glucosa incorporada en la cadena principal. Además, el procesamiento térmico, la molienda, la fermentación y la hidratación previa cambian la accesibilidad del sustrato. Los estudios sobre tratamiento hidrotermal de hemicelulosa muestran que la estructura de estas fracciones puede cambiar de forma importante durante el procesamiento, lo que afecta cómo las enzimas acceden a sus enlaces objetivo [7].

Cuando la hidrólisis avanza de forma controlada, el resultado no es simplemente “menos fibra”, sino una mezcla de **oligosacáridos de manosa** y fragmentos solubles de menor grado de polimerización. En aplicaciones de procesamiento de ingredientes, esta lógica se usa para convertir materias primas vegetales ricas en manano en jarabes o fracciones enriquecidas en manosa; por ejemplo, se ha investigado la bioconversión enzimática de harina de palmiste para obtener un jarabe rico en manosa [8]. En piensos, el interés principal suele ser reducir el efecto antinutricional y mejorar el acceso digestivo, no producir un ingrediente purificado.

Evidencia en alimentación animal: qué se ha evaluado

La evidencia aplicada más amplia para β -mananasa en alimentación animal procede de estudios en monogástricos, especialmente aves y cerdos. Una revisión sistemática y meta-análisis de 2021 evaluó la suplementación única con β -mananasa en cinco grupos productivos: pollos de engorde, gallinas ponedoras, pavos, cerdas y cerdos de recría-finalización [1]. Ese alcance es relevante para clientes B2B porque indica que la enzima no se ha estudiado solo como concepto bioquímico, sino dentro de sistemas productivos con variables de rendimiento y utilización de energía.

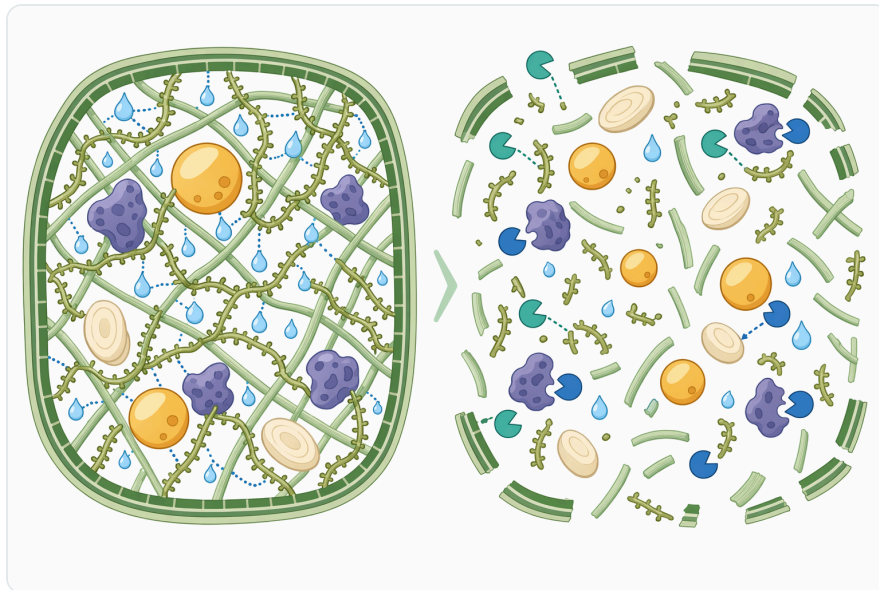


Figure 2. 긴 β -만난 사슬을 절단하면 사료 매트릭스가 느슨해져 섬유질이 풍부한 입자에 갇힌 영양소에 물리적으로 더 쉽게 접근할 수 있다.

En aves, la investigación se ha concentrado en dietas de pollos de engorde, incluidas formulaciones de menor energía. Un meta-análisis por fases de alimentación abordó específicamente el impacto de β -mananasa en broilers alimentados con dietas bajas en energía, lo que refleja un uso práctico: compensar parte del efecto de polisacáridos no amiláceos cuando la formulación busca eficiencia energética [9]. Otro meta-análisis en broilers evaluó crecimiento, morfología intestinal, viscosidad de la digesta y utilización de nutrientes, cuatro dimensiones que conectan directamente el mecanismo de hidrólisis con resultados productivos observables [6].

También se ha estudiado la β -mananasa en dietas avícolas con ingredientes fibrosos específicos. Un trabajo reciente evaluó niveles variables de cascarilla de soja y suplementación con β -mananasa en pollos, considerando crecimiento, características de canal, utilización de nutrientes y perfil bioquímico sanguíneo [10]. Esto es importante porque la respuesta de la enzima depende de la matriz: una dieta con mayor presencia de fracciones fibrosas vegetales ofrece un contexto más claro para observar la degradación de mananos que una formulación con bajo contenido de sustrato.

En porcino, la evidencia reciente incluye estudios en lechones destetados y cerdos de crecimiento-finalización. Un trabajo de 2024 evaluó distintos niveles de β -mananasa sobre desempeño de crecimiento, digestibilidad de nutrientes, metabolitos sanguíneos e incidencia de diarrea en lechones al destete [11]. La fase posdestete es particularmente sensible porque el tracto digestivo, la microbiota y la función de barrera intestinal están en adaptación; por ello, una reducción de fracciones antinutricionales puede tener efectos más visibles que en animales adultos.

Otro estudio evaluó fitasa y β -mananasa en cerdos de crecimiento y finalización, considerando crecimiento, utilización de nutrientes, condición fecal y espesor de grasa dorsal [12]. La combinación de enzimas refleja una realidad industrial: las dietas no contienen un solo factor limitante. Mientras la fitasa se orienta al fósforo fítico, la β -mananasa se enfoca en mananos; ambas pueden coexistir en programas de formulación, siempre que su función se interprete de manera separada y no se atribuyan a una enzima efectos propios de otra.

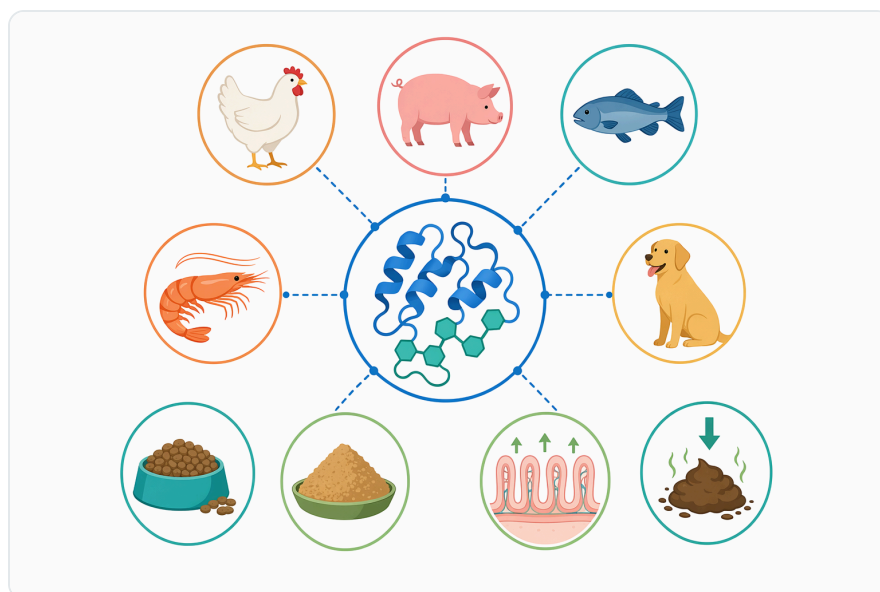


Figure 3. 만난아제는 접근 가능한 β -만난 풍부 식물성 원료가 점도 증가, 영양소 포집 또는 항영양 효과를 유발할 때 가금류, 돼지 및 기타 동물용 사료에서 특히 중요하다.

La β -mananasa también aparece en estudios de **multi-enzimas**. Un ensayo en lechones evaluó un aditivo multienzimático en dietas maíz-trigo o trigo-cebada, midiendo rendimiento, digestibilidad de nutrientes y microbioma intestinal [13]. Estos diseños no permiten aislar siempre el efecto de una sola enzima, pero ayudan a entender cómo una mananasa puede integrarse con xilanasas, glucanasas u otras carbohidrasas cuando la dieta contiene varias fracciones de polisacáridos no amiláceos.

En rumiantes, la interpretación debe ser más cauta. El rumen ya contiene una comunidad microbiana capaz de degradar numerosas fibras vegetales, por lo que las enzimas exógenas no actúan igual que en monogástricos. Una meta-análisis sobre enzimas exógenas en bovinos de carne examinó desempeño, digestibilidad de nutrientes y parámetros de fermentación ruminal, lo que muestra que el interés existe, pero la respuesta depende de la interacción con el ecosistema ruminal [14].

Comparación de aplicaciones por especie y tipo de proceso

Contexto de uso	Sustrato o problema principal	Evidencia disponible	Interpretación práctica
Pollos de engorde	β -mananos y polisacáridos no amiláceos que pueden afectar viscosidad, morfología intestinal y utilización de nutrientes	Meta-análisis y meta-regresión en crecimiento, viscosidad, morfología y aprovechamiento nutricional [6]	Aplicación relevante en dietas vegetales, especialmente cuando la formulación contiene ingredientes con mananos o busca eficiencia energética.
Broilers con dietas de menor energía	Reducción de densidad energética formulada y necesidad de mantener rendimiento	Meta-análisis por fases de alimentación en dietas bajas en energía [9]	Puede apoyar estrategias de reformulación, pero no sustituye el balance nutricional completo.
Cerdos destetados	Digestibilidad limitada, adaptación intestinal y posible sensibilidad fecal	Ensayo con niveles variables de β -mananasa, digestibilidad, metabolitos e incidencia de diarrea [11]	Uso técnico en fases sensibles, donde la matriz vegetal y la salud intestinal condicionan la respuesta.
Cerdos crecimiento-finalización	Utilización de nutrientes y condición fecal en dietas vegetales	Evaluación de fitasa y β -mananasa en crecimiento-finalización [12]	Puede integrarse en programas multienzimáticos o de reformulación por fases.
Bovinos de carne	Interacción entre enzimas exógenas y fermentación ruminal	Meta-análisis de enzimas exógenas en rendimiento, digestibilidad y fermentación [14]	Aplicación más dependiente del manejo ruminal; extrapolar datos de monogástricos sería inadecuado.
Procesamiento de ingredientes vegetales	Hemicelulosas ricas en manosa y generación de oligosacáridos	Bioconversión de harina de palmiste hacia fracciones ricas en manosa [8]	Útil para modificar ingredientes antes de su uso, no solo para adición directa al pienso.
Acuicultura de agua dulce	Mejora de digestibilidad en piensos vegetales procesados	Revisión sobre métodos sostenibles de procesamiento de piensos acuícolas [15]	La mananasa puede formar parte de estrategias de procesamiento, aunque la respuesta depende de especie e ingrediente.

Procesamiento de hemicelulosa y generación de oligosacáridos de manosa

En procesamiento de ingredientes, la mananasa se usa por la misma razón bioquímica que en el animal: romper polímeros de manano. La diferencia está en el lugar y el objetivo. En el pienso terminado, la enzima actúa durante la digestión o tras la hidratación del alimento. En el procesamiento previo, la enzima puede aplicarse para modificar una materia prima antes de incorporarla a la formulación. La investigación sobre harina de palmiste es un ejemplo claro porque este coproducto contiene fracciones manánicas que pueden convertirse en productos ricos en manosa mediante bioconversión enzimática ^[8].

Este enfoque se inserta en una tendencia más amplia: diseñar tratamientos según la arquitectura real de la biomasa. En residuos vegetales como la cascarilla de maíz, los patrones de sustitución de las cadenas laterales condicionan la selección de enzimas; por eso los estudios modernos no hablan de “fibra” como una sola entidad, sino de enlaces, ramificaciones y accesibilidad de la pared celular ^[3]. Para una β -mananasa, esto significa que la eficacia depende de si los enlaces β -manosídicos están expuestos o protegidos por otras estructuras.

La hidrólisis de hemicelulosas con enzimas específicas también es relevante para la producción de oligosacáridos funcionales. Aunque el ejemplo de xilo-oligosacáridos utiliza xilanasa y no mananasa, demuestra el principio industrial: una hemicelulosa aislada puede transformarse por hidrólisis enzimática en una fracción oligosacáridica más pequeña y tecnológicamente distinta ^[4]. En el caso de la mananasa, el producto esperado se desplaza hacia manano-oligosacáridos y azúcares derivados de manosa, en función del sustrato.

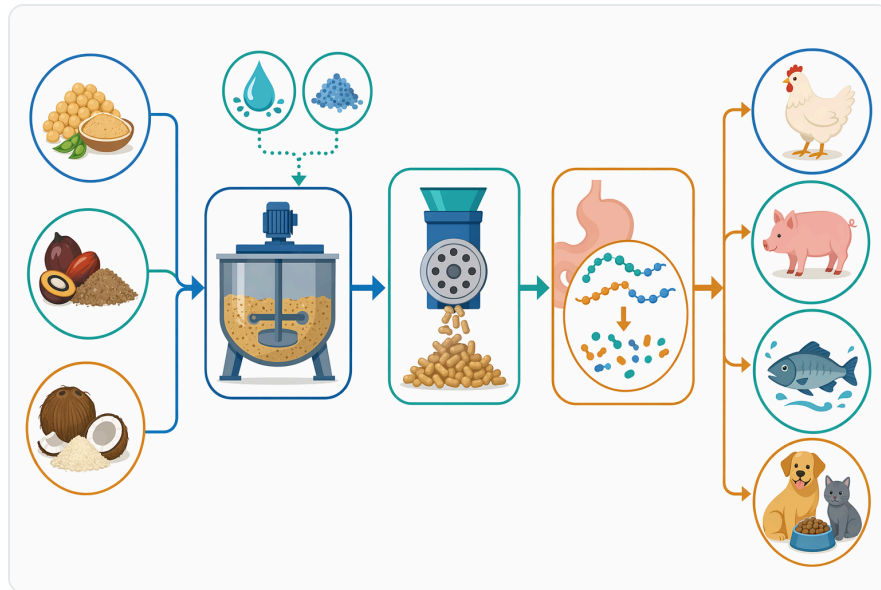


Figure 4. 팜커널박이나 압착박처럼 만nan이 풍부한 부산물의 경우, 만nan아제 사용은 물리적 접근성 개선에서 헤미셀룰로오스 가수분해와 영양소 방출 향상으로 이어지는 원료 업그레이드 과정으로 볼 수 있다.

La selección de enzimas no siempre se limita a una sola actividad. Algunos trabajos describen enzimas multifuncionales capaces de mejorar la hidrólisis de biomasa vegetal, lo que refuerza la idea de que las paredes celulares son matrices complejas que a menudo requieren actividades complementarias [16]. En nutrición animal, esto explica por qué la β -mananasa puede aparecer sola en algunos estudios y combinada con otras enzimas en otros: cada formulación define una combinación diferente de sustratos.

Factores que condicionan la respuesta en el pienso

El primer factor es la **presencia de sustrato**. Una β -mananasa necesita β -mananos accesibles; si la dieta contiene poca fracción manánica o si el sustrato está poco disponible por la estructura del ingrediente, la respuesta puede ser limitada. La revisión sistemática de 2021 es útil porque analiza la suplementación de β -mananasa en varias especies, pero no implica que todas las dietas respondan igual [1].

El segundo factor es la matriz de ingredientes. Dietas con soja, coproductos de oleaginosas, palmiste, cascarillas, leguminosas o cereales con fracciones hemicelulósicas pueden diferir mucho en contenido y solubilidad de mananos. Los estudios con cascarilla de soja en broilers y con ingredientes trigo-cebada o maíz-trigo en lechones muestran que la composición del pienso es parte central del diseño experimental, no un detalle secundario [10].

El tercer factor es el procesamiento. La peletización, la extrusión, la fermentación líquida, la humedad de almacenamiento y el tiempo de contacto cambian tanto la enzima como el sustrato. En porcino, por ejemplo, la investigación sobre pienso líquido fermentado a base de trigo evaluó rendimiento, digestibilidad, microbiota, morfología intestinal y función de barrera, lo que ilustra cómo el procesamiento del alimento puede modificar la respuesta digestiva más allá de la enzima añadida ^[17].

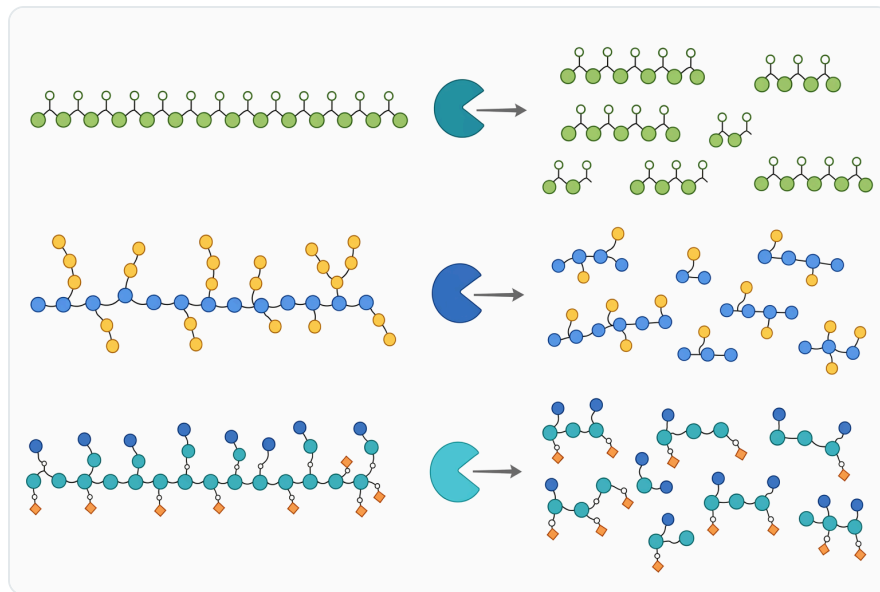


Figure 5. 만난아제가 생성하는 올리고당 혼합물은 가지 구조와 치환 패턴을 포함한 원래 만난 구조에 따라 달라진다.

El cuarto factor es la combinación con otras enzimas. En una dieta vegetal, los mananos rara vez son el único polisacárido no amiláceo presente; también puede haber arabinoxilanos, β -glucanos, celulosas, pectinas y fitato. Los estudios multienzimáticos en lechones reflejan esta realidad, pero también obligan a interpretar los resultados con prudencia porque el efecto observado puede resultar de varias actividades simultáneas ^[13].

El quinto factor es la especie y la fase productiva. Un broiler en rápido crecimiento, un lechón recién destetado y un bovino con rumen funcional no presentan la misma fisiología digestiva ni la misma microbiota. Por eso las conclusiones de meta-análisis en monogástricos no deben trasladarse automáticamente a rumiantes, y los estudios en bovinos deben evaluarse dentro de parámetros ruminales propios ^[14].

Beneficios técnicos realistas

El beneficio más directo de la mananasa es la **reducción del efecto antinutricional de los β -mananos**. Al cortar el polímero, la enzima puede disminuir la capacidad de la fracción soluble para aumentar la viscosidad, interferir en la difusión de nutrientes o modificar la fisiología intestinal. En

broilers, la inclusión de variables como viscosidad de digesta y utilización de nutrientes en meta-análisis confirma que estos son indicadores relevantes para evaluar la respuesta [6].

Un segundo beneficio es la **mejor utilización de nutrientes**. Al debilitar la matriz hemicelulósica, la enzima puede facilitar el acceso de enzimas digestivas endógenas a almidón, proteína y lípidos atrapados en la pared vegetal. Esto no significa que la mananasa “aporte energía” por sí misma en cantidades comparables a un ingrediente energético; su función es liberar o preservar valor nutricional ya presente en la dieta. La revisión sistemática de β -mananasa en varias especies se centró precisamente en desempeño y utilización de energía [1].

Un tercer beneficio es la **flexibilidad de formulación**. En programas técnicos, la mananasa puede permitir trabajar con dietas vegetales de diferente densidad energética o con mayor presencia de ingredientes fibrosos, siempre bajo control nutricional. La investigación en broilers alimentados con dietas bajas en energía muestra que esta aplicación se ha estudiado de forma específica, aunque los resultados deben interpretarse según fase, ingredientes y manejo [9].

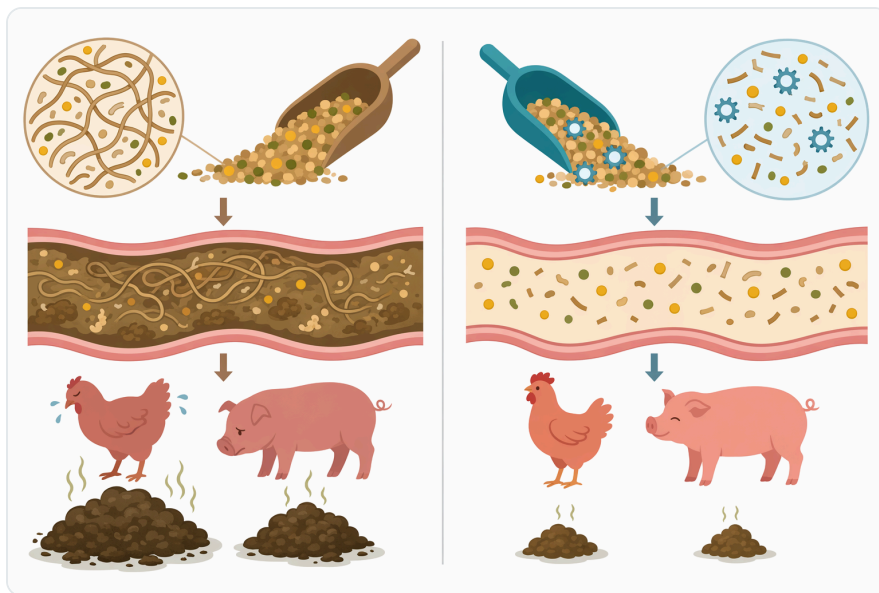


Figure 6. 만난아제는 피테이트, 아라비노자일란, β -글루칸 또는 단백질이 아니라 β -만난 헤미셀룰로오스를 표적으로 하므로 다른 사료 효소를 보완한다.

Un cuarto beneficio potencial es la **generación de manano-oligosacáridos** durante la hidrólisis. Estos fragmentos pueden comportarse de manera distinta al polímero original: son más pequeños, más solubles y pueden interactuar de forma diferente con la microbiota. Sin embargo, en alimentación animal no debe asumirse que toda mananasa produce automáticamente un efecto prebiótico medible; la composición exacta de los oligosacáridos depende del sustrato y de las condiciones de hidrólisis [8].

Límites de la evidencia y precauciones de interpretación

La mananasa no es una solución universal. Su eficacia depende de que exista sustrato manánico, de que la enzima conserve funcionalidad durante el proceso y de que la dieta esté formulada con objetivos claros. En estudios con distintos niveles de β -mananasa en lechones, los investigadores evaluaron múltiples variables —crecimiento, digestibilidad, metabolitos e incidencia de diarrea—, lo que muestra que la respuesta debe analizarse de forma integral y no mediante un único indicador [11].

Tampoco debe confundirse evidencia directa con evidencia conceptual. Los trabajos sobre oligosacáridos N-ligados, mannosidasas intracelulares o procesamiento de glicoproteínas demuestran que las estructuras con manosa pueden ser modificadas por enzimas especializadas, pero no prueban eficacia en piensos. Por ejemplo, estudios de EDEM1 y EDEM3 describen la producción de estructuras oligosacáridicas determinantes en rutas de control de calidad de glicoproteínas, un contexto biológico distinto al de los mananos vegetales [18].

En rumiantes, el límite principal es la complejidad del rumen. La microbiota ruminal ya degrada fibra, produce ácidos grasos volátiles y transforma el sustrato antes de que llegue al intestino. Por tanto, una enzima exógena puede influir en la fermentación, pero su efecto se mezcla con variables como dieta basal, adaptación microbiana y manejo alimentario. La meta-análisis en bovinos de carne evaluó precisamente desempeño, digestibilidad y fermentación, tres niveles que deben considerarse juntos [14].

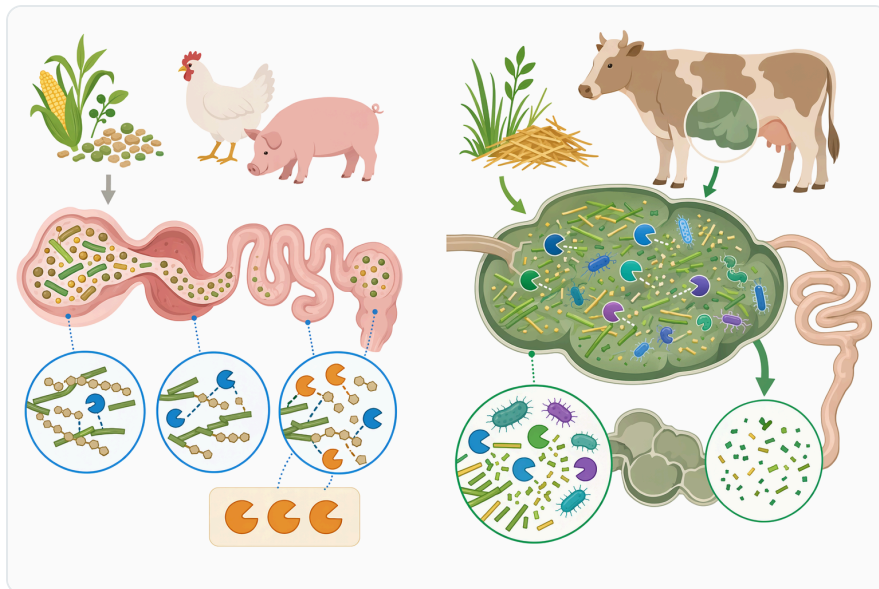


Figure 7. 외인성 만난아제는 반추위 미생물군이 이미 상당한 섬유 분해 능력을 제공하는 반추동물에서보다 단위동물에서 실용적 맥락이 다르다.

En acuicultura, el interés por enzimas y procesamiento sostenible de piensos vegetales está creciendo, pero las especies acuáticas difieren mucho en fisiología digestiva. Una revisión sobre métodos sostenibles para mejorar crecimiento y digestibilidad en acuicultura de agua dulce sitúa las estrategias de procesamiento como herramientas prometedoras, aunque dependientes de especie, ingrediente y sistema de cultivo ^[15]. La mananasa puede ser relevante cuando el alimento contiene hemicelulosas manánicas, no como adición genérica a cualquier fórmula.

Integración práctica en programas de formulación

En una formulación técnica, la mananasa debe asociarse a una lectura de la matriz: qué ingredientes aportan mananos, qué fracción es soluble, qué nivel de fibra total existe y qué otros polisacáridos no amiláceos están presentes. Las dietas con coproductos vegetales pueden requerir un enfoque multienzimático, mientras que una dieta con un sustrato manánico dominante puede beneficiarse de una estrategia más específica. La revisión de enzimas exógenas en monogástricos subraya que el valor de estos aditivos depende de su correspondencia con los sustratos reales de la dieta ^[2].

También es importante no atribuir a la mananasa efectos que pertenecen a otras enzimas. Una xilanasa se orienta a arabinosilanos; una fitasa, al fitato; una proteasa, a proteínas; una β -mananasa, a mananos. En ensayos con fitasa y β -mananasa, la evaluación conjunta puede ser práctica, pero cada actividad responde a un problema nutricional diferente ^[12].

En programas de bajo margen, la enzima se valora por su contribución a la eficiencia, no por un efecto aislado milagroso. En broilers, la investigación sobre dietas de menor energía refleja el uso de la mananasa como parte de una estrategia de reformulación. En cerdos, los estudios en destete y finalización reflejan objetivos distintos: adaptación intestinal, digestibilidad, condición fecal y rendimiento por fase ^[9].

Suministro por Enzymes.bio

Enzymes.bio suministra **Mannanase Feed Addition Hemicellulose Mannose Oligosaccharide Processing** como producto enzimático para clientes que trabajan con nutrición animal, piensos vegetales y procesamiento de ingredientes. La empresa actúa como **proveedor**, no como fabricante ni laboratorio. La página de producto identifica la mananasa como enzima en polvo para alimentación de aves y cerdos, dentro del ámbito de enzimas para piensos .

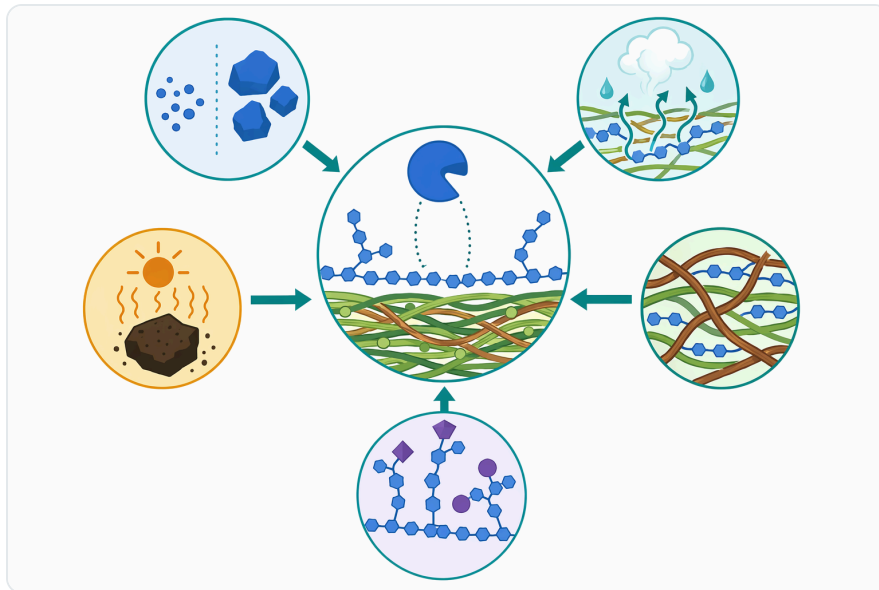


Figure 8. 만난아제의 성능은 기질 접근성에 좌우되며, 이는 입자 구조, 열과 수분 처리 이력, 리그닌과의 결합, 헤미셀룰로오스의 화학적 치환에 의해 영향을 받을 수 있다.

El producto se comercializa directamente en línea en unidades de **1 kg**. Tras el pedido, el **certificado de análisis (CoA)** y la **ficha de datos de seguridad (SDS)** se proporcionan junto con el producto. Esta documentación acompaña al lote recibido y facilita el manejo interno por parte del cliente, sin sustituir la evaluación regulatoria, nutricional o de formulación que corresponda en cada país y aplicación.

Conclusión

La β -mananasa es una enzima técnica para degradar β -mananos de hemicelulosa vegetal, reducir su impacto antinutricional y generar fragmentos más pequeños, incluidos oligosacáridos derivados de manosa. Su valor en piensos depende de una relación concreta entre enzima, sustrato y matriz: funciona mejor cuando la dieta contiene mananos accesibles y cuando la formulación se diseña con objetivos nutricionales claros.

La evidencia disponible incluye meta-análisis en aves y monogástricos, estudios en cerdos destetados y de crecimiento-finalización, trabajos con dietas de menor energía y aplicaciones de procesamiento de ingredientes vegetales. En términos B2B, la mananasa es especialmente relevante para dietas basadas en ingredientes vegetales, estrategias de eficiencia nutricional y procesamiento de hemicelulosas ricas en manosa, siempre con una interpretación prudente de la especie, la fase productiva y la composición real del alimento.

Pedir Mannanase Feed Addition Hemicellulose Mannose Oligosaccharide Processing 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 Mannanase Feed Addition Hemicellulose Mannose Oligosaccharide Processing →](#)

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. Kiarie, E., Steelman, S., Martínez, M., & Livingston, K. (2021). [Significance of single \$\beta\$ -mannanase supplementation on performance and energy utilization in broiler chickens, laying hens, turkeys, sows, and nursery-finish pigs: a meta-analysis and systematic review](#). *Translational Animal Science*, 5.
2. Sureshkumar, S., Song, J., Sampath, V., & Kim, I. (2023). [Exogenous Enzymes as Zootechnical Additives in Monogastric Animal Feed: A Review](#). *Agriculture*.
3. Guo, Y., Zhang, Z., Li, X., & Zhao, J. (2025). [Unveiling side-chain architectures of corn husk hemicellulose to drive enzyme cocktail design for degradation of biomass](#). *International Journal of Biological Macromolecules*, 143525 .
4. Tian-Wang, Li, C., Fan, R., & Song, M. (2018). [Xylo-Oligosaccharide Preparation through Enzyme Hydrolysis of Hemicelluloses Isolated from Press Lye](#).
5. Bause, E., Breuer, W., Schweden, J., Roeser, R., & Geyer, R. (1992). [Effect of substrate structure on the activity of Man9-mannosidase from pig liver involved in N-linked oligosaccharide processing](#). *European Journal of Biochemistry*, 208 2, 451-7 .
6. Kim, H. W., Kwon, C., Lee, J. H., Kang, M. S., & Kil, D. (2024). [Effect of dietary \$\beta\$ -mannanase supplementation on growth performance, intestinal morphology, digesta viscosity, and nutrient utilization in broiler chickens: Meta-analysis and meta-regression](#). *Animal bioscience*, 37, 2113 - 2125.
7. Xiao, L., Guo-Song, & Sun, R. (2017). [Effect of Hydrothermal Processing on Hemicellulose Structure](#).
8. Wainwright, K., Schlamb, J., Hoskin, R., Medeiros, F. G. M. D., & Moncada, M. (2026). [Optimized Enzymatic Bioconversion of Palm Kernel Meal to a Mannose-Rich Syrup](#). *Sustainability*.
9. Nuamah, E., Okon, U., Kim, J., Cheon, I., Cho, S., Kang, D., Choi, N., ... et al. (2026). [Impact of \$\beta\$ -mannanase supplementation on broilers fed low-energy diets: A phase feeding meta-analysis](#). *Poultry Science*, 105.
10. Ahsan, T., Tahir, M., Khan, R. U., Ahmad, S., Khan, N., Konca, Y., Alhidary, I., ... et al. (2024). [Impact of varying levels of soy hulls and \$\beta\$ -mannanase enzyme supplementation on growth performance, carcass characteristics, nutrient utilization and blood biochemical profile in broiler chickens](#). *Italian Journal of Animal Science*, 23, 1551 - 1560.

11. Jang, M., Park, M., & Kim, Y. (2024). Effects of varying levels of β -mannanase on growth performance, nutrient digestibility, blood metabolites and diarrhea incidence in weaning pigs. *Journal of Animal Science and Technology*, 68, 139 - 150.
12. Ahammad, G., & Kim, I. H. (2025). Evaluation of phytase and β -mannanase on growth performance, nutrient utilization, fecal condition, and back fat thickness in growing and finishing pigs. *Canadian Journal of Animal Science*.
13. Aderibigbe, A., Park, C., Johnson, T. A., Velayudhan, D., Vinyeta, E., & Adeola, O. (2024). Efficacy of a novel multi-enzyme feed additive on growth performance, nutrient digestibility, and gut microbiome of weanling pigs fed corn-wheat or wheat-barley-based diet. *Journal of Animal Science*, 102.
14. Ferreira, I. M., Mantovani, H., Vedovatto, M., Cardoso, A. S., Rodrigues, A. A., Homem, B. G. C., Abreu, M. J. I. J. I., ... et al. (2025). Impact of dietary exogenous feed enzymes on performance, nutrient digestibility, and ruminal fermentation parameters in beef cattle: a meta-analysis. *Animal*, 19 5, 101481 .
15. Hidir, A., Aaqillah-Amr, M. A., Rahim, K. A. A., Azra, M. N., Ma, H., Shapawi, R., Noordin, N., ... et al. (2026). Sustainable feed processing methods to enhance growth and digestibility in freshwater aquaculture: A review. *Animal Nutrition*, 25, 228 - 245.
16. Liu, L., Zhang, Y., Huang, Y., Jiang, T., Yu, Q., Yang, J., & Yuan, H. (2024). Characterization of a multifunctional enzyme from *Trichoderma harzianum* and its application in enhanced enzymatic hydrolysis. *Bioresource Technology*, 131701 .
17. Zhang, A., Yang, Y., Li, Y., Zheng, Y., Wang, H., Cui, H., Yin, W., ... et al. (2024). Effects of wheat-based fermented liquid feed on growth performance, nutrient digestibility, gut microbiota, intestinal morphology, and barrier function in grower-finisher pigs. *Journal of Animal Science*.
18. George, G., Ninagawa, S., Yagi, H., Furukawa, J., Hashii, N., Ishii-Watabe, A., Deng, Y., ... et al. (2021). Purified EDEM3 or EDEM1 alone produces determinant oligosaccharide structures from M8B in mammalian glycoprotein ERAD. *eLife*, 10.

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.