

# Xylanase Enzyme Animal Nutrition: xilanasa para piensos de aves, porcino, rumiantes y dietas vegetales con polisacáridos no amiláceos

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

**Xylanase Enzyme Animal Nutrition** es una enzima alimentaria usada para hidrolizar xilanos y arabinoxilanos de ingredientes vegetales, reduciendo barreras de pared celular que limitan el acceso a energía, almidón y proteína. Su aplicación está mejor documentada en aves alimentadas con dietas ricas en cereales, con evidencia adicional en porcino, rumiantes y sistemas de alimentación basados en fibras vegetales. Enzymes.bio la ofrece como proveedor para compra directa en línea en unidades de 1 kg; el CoA y la SDS se proporcionan junto con el pedido .

## Qué es la xilanasa en nutrición animal

La xilanasa es una carbohidrasa que actúa sobre el xilano, un polisacárido estructural de la hemicelulosa vegetal. En términos bioquímicos, su función central es romper enlaces  $\beta$ -1,4 en la cadena principal de xilano, generando fragmentos más pequeños que pueden ser menos viscosos, más fermentables o más accesibles para la microbiota y las enzimas digestivas del animal. En nutrición animal, esta actividad se aprovecha especialmente cuando el alimento contiene trigo, maíz, sorgo, salvados, subproductos de cereales o materias primas vegetales con fracciones relevantes de polisacáridos no amiláceos, conocidos como NSP por sus siglas en inglés <sup>[1]</sup>.

Dentro de la categoría de aditivos enzimáticos para piensos, la xilanasa se agrupa con fitasas, proteasas,  $\beta$ -glucanasas, celulasas y mananasas. La lógica de uso no es “añadir digestión” de manera genérica, sino corregir limitaciones concretas de ingredientes vegetales: el fitato reduce disponibilidad de fósforo y otros nutrientes, algunas proteínas vegetales resisten la hidrólisis, y los arabinoxilanos pueden aumentar viscosidad o encapsular nutrientes dentro de la pared celular. Las revisiones de biotecnología aplicada a alimentación animal describen estos aditivos como herramientas para mejorar la eficiencia de uso de nutrientes y apoyar estrategias de formulación más precisas <sup>[2]</sup>.

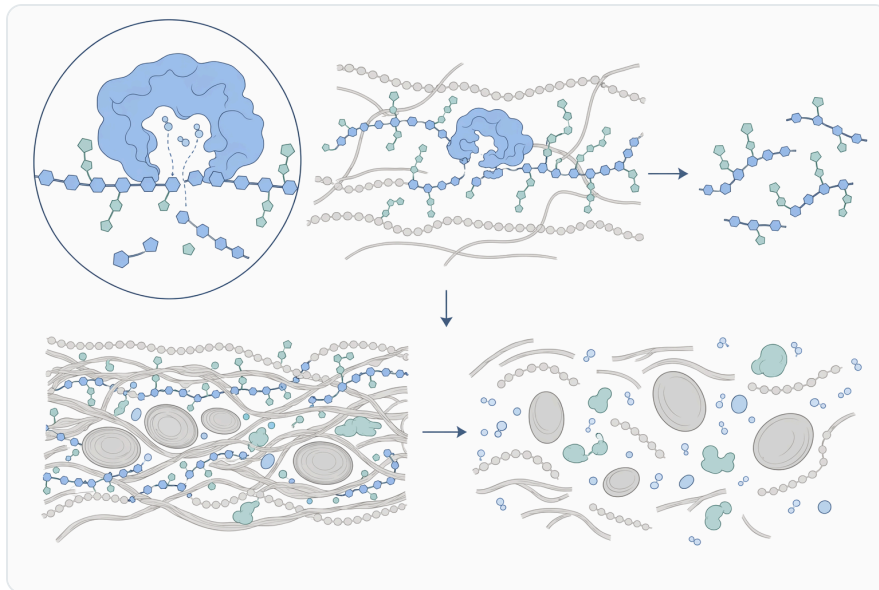
Enzymes.bio no es fabricante ni laboratorio; actúa como proveedor del producto comercializado en línea. Esto es importante para interpretar correctamente la documentación: el certificado de análisis y la ficha de datos de seguridad acompañan el pedido, pero no deben confundirse con una declaración de fabricación propia o con servicios analíticos internos. El producto se vende en unidades de 1 kg mediante compra directa, sin que sea necesario plantearlo como una operación de cotización industrial o suministro a granel .

## **Problema nutricional que aborda: xilanos, arabinosilanos y efecto barrera**

---

Los cereales y sus subproductos aportan energía y proteína, pero también paredes celulares vegetales complejas. En esas paredes, el xilano forma parte de una matriz junto con celulosa, lignina,  $\beta$ -glucanos, arabinosa, ácidos fenólicos y otros componentes. En aves y cerdos, que no producen suficientes enzimas endógenas para degradar eficientemente estas estructuras, la pared celular puede actuar como una barrera física que reduce el acceso del tracto digestivo al almidón, a la proteína intracelular y a lípidos atrapados en el material vegetal <sup>[3]</sup>.

El problema no es solo la presencia de fibra total. Dos dietas con niveles similares de fibra pueden comportarse de forma distinta si difieren en solubilidad, ramificación de arabinosilanos, grado de molienda, tratamiento térmico o proporción de subproductos. Los arabinosilanos solubles son especialmente relevantes porque pueden aumentar la viscosidad del contenido intestinal, lo que ralentiza la difusión de enzimas digestivas y sustratos; los insolubles, en cambio, pueden encapsular nutrientes y modificar la velocidad de tránsito. En pollos de engorde con dietas basadas en trigo, se ha descrito que la xilanasa mejora la eficiencia productiva al aumentar la digestión proximal de proteína cruda y almidón, incluso en dietas con diferentes niveles de viscosidad <sup>[1]</sup>.



**Figure 1.** 자일라나아제는 자일란과 아라비노자일란 사슬을 더 작은 조각으로 분해해 식물성 사료 매트릭스를 느슨하게 만드는 촉매 작용을 합니다.

Este mecanismo explica por qué la xilanasa no debe evaluarse como un “promotor” aislado, sino como una herramienta de formulación. Si una dieta ya es altamente digestible, contiene pocos arabinosilanos problemáticos o usa ingredientes con bajo efecto barrera, la respuesta puede ser limitada. En cambio, cuando la formulación depende de cereales, salvados o ingredientes alternativos con NSP, la enzima puede liberar valor nutricional que de otro modo quedaría parcialmente inaccesible <sup>[4]</sup>.

## Mecanismo de acción: de la pared celular a la digestión proximal

La xilanasa corta la columna vertebral del xilano y reduce el tamaño molecular de la hemicelulosa. Este corte tiene tres consecuencias prácticas. Primero, debilita la pared celular vegetal y facilita la exposición del contenido intracelular. Segundo, disminuye el efecto de polímeros solubles que aumentan la viscosidad intestinal. Tercero, genera xilooligosacáridos y arabinosilo-oligosacáridos que pueden ser utilizados por bacterias intestinales, con efectos dependientes de la especie animal, la dieta y la microbiota basal <sup>[5]</sup>.

En aves, el sitio de acción es especialmente importante. La digestión de almidón y proteína se inicia de forma intensa en la parte proximal del intestino delgado, por lo que una mejora temprana en el acceso a nutrientes puede reflejarse en mejor conversión alimenticia o menor variabilidad del rendimiento. El estudio sobre pollos de engorde alimentados con dietas de trigo de distintas viscosidades vincula la xilanasa con mayor digestión de proteína cruda y almidón en el intestino delgado proximal, lo que respalda un mecanismo localizado y no solo una fermentación posterior en ciego <sup>[1]</sup>.

La generación de oligosacáridos también modifica el marco de interpretación. No toda la acción de la xilanasa se reduce a “romper fibra”; algunos productos de hidrólisis pueden actuar como sustratos selectivos para microorganismos intestinales. Investigaciones recientes con xilanasa derivada de ciliados ruminales han explorado cambios en composición de microbiota y posibles aplicaciones prebióticas, lo que refuerza la idea de que la respuesta puede incluir efectos digestivos y microbianos a la vez [5].

## Aplicaciones principales por especie y tipo de alimento

### Aves de corral: el uso más consolidado

La aplicación más sólida de la xilanasa en nutrición animal se encuentra en aves, especialmente pollos de engorde alimentados con dietas basadas en trigo, maíz, soya y subproductos vegetales. En estos sistemas, el ciclo productivo corto hace que pequeñas diferencias en digestibilidad se traduzcan rápidamente en eficiencia alimentaria, uniformidad y aprovechamiento de nutrientes. La revisión sistemática sobre métodos de aplicación de enzimas en pollos de engorde alimentados con dietas harinosas en Etiopía refleja el interés práctico de adaptar la incorporación de enzimas a condiciones reales de alimentación y procesamiento [6].

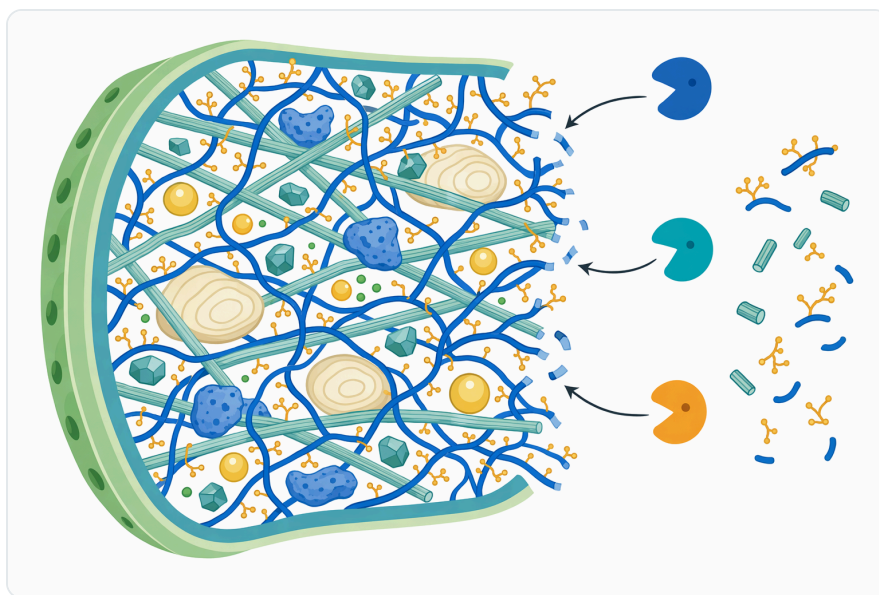


Figure 2. 아라비노자일란이 풍부한 세포벽은 자일라나아제가 그 장벽을 약화시키기 전까지 영양소를 물리적으로 가둘 수 있습니다.

En pollos, la xilanasa suele valorarse por su capacidad de reducir efectos antinutricionales de los NSP y mejorar la liberación de nutrientes. El estudio de Matthiesen y colaboradores es particularmente relevante porque no se limita a un resultado productivo final: relaciona la suplementación con una

mejora en la digestión proximal de proteína y almidón, dos fracciones que determinan directamente la densidad nutritiva efectiva de la dieta [1].

También se han evaluado combinaciones con otras enzimas. Un trabajo con dietas de trigo, maíz y harina de soya analizó la aplicación de valores de matriz para energía y nutrientes con una fitasa novedosa, con o sin xilanas- $\beta$ -glucanasa, y observó beneficios productivos frente a una dieta nutricionalmente adecuada sin suplementación. Este tipo de evidencia es útil porque muestra que la xilanas puede integrarse en programas multienzimáticos cuando la dieta contiene varias fracciones antinutricionales, no solo xilanos [7].

### **Porcino: apoyo en dietas vegetales y etapas sensibles**

En porcino, la xilanas se usa con una lógica similar, aunque la respuesta puede ser más variable que en aves por diferencias de edad, fermentación intestinal y composición de la dieta. Los lechones y cerdos jóvenes son especialmente sensibles a cambios en digestibilidad y microbiota, porque su sistema digestivo todavía se adapta a dietas sólidas y a ingredientes vegetales complejos. Las revisiones sobre aditivos biotecnológicos en nutrición animal incluyen enzimas exógenas como una herramienta relevante para mejorar aprovechamiento del alimento en especies monogástricas [2].

La evidencia regulatoria también es pertinente. EFSA evaluó un aditivo consistente en endo-1,4- $\beta$ -xilanas producida por *Bacillus subtilis* LMG S-15136 para cerdas, con el objetivo de beneficiar a los lechones, y para especies porcinas. Aunque esta evaluación corresponde a una preparación específica y no a todas las xilanas del mercado, demuestra que la categoría ha sido analizada en términos de seguridad y eficacia para porcino bajo marcos técnicos formales [8].



**Figure 3.** 소화 과정에서 자일라나아제는 세포벽 구조를 열고, 수용성 섬유로 인한 점도 효과를 줄이며, 발효 가능한 더 작은 탄수화물 조각을 생성할 수 있습니다.

En la práctica nutricional, el beneficio esperado en porcino procede de dos vías: liberación de nutrientes encapsulados y modificación de sustratos fermentables en intestino posterior. La primera vía es más relevante para energía y aminoácidos disponibles; la segunda puede influir en la ecología microbiana y en la producción de metabolitos fermentativos. La magnitud de la respuesta depende de la base cereal, el nivel de subproductos fibrosos y la edad del animal <sup>[3]</sup>.

### **Rumiantes y animales en pastoreo: enfoque distinto al de monogástricos**

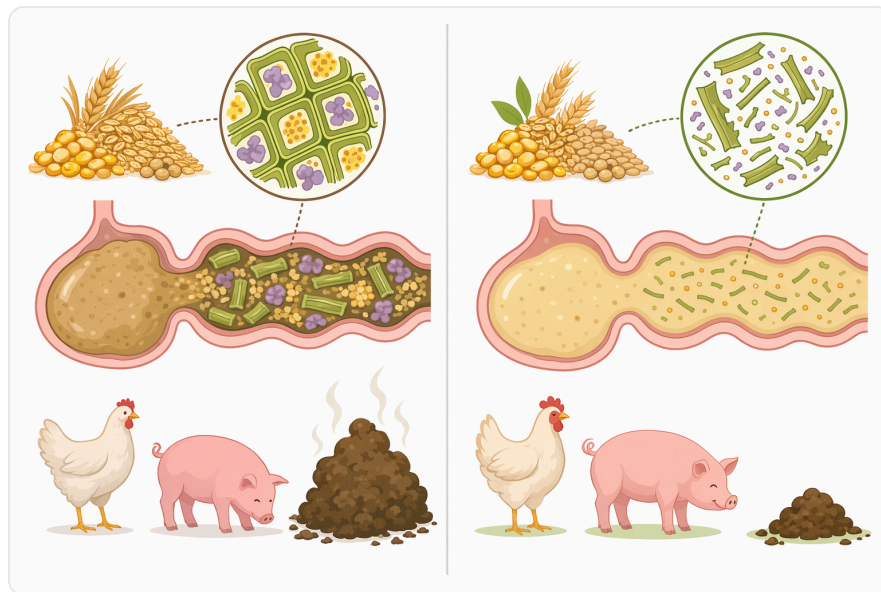
En rumiantes, la xilanasas debe interpretarse con más cautela. Vacas, ovinos y caprinos ya dependen de una comunidad microbiana ruminal capaz de degradar fibra, por lo que la enzima exógena no cumple exactamente el mismo papel que en aves o cerdos. La suplementación con enzimas fibrolíticas exógenas en ganado se ha estudiado como estrategia para mejorar degradación de forrajes y disponibilidad de nutrientes, pero los resultados suelen depender del tipo de fibra, del momento de aplicación y de la interacción con la microbiota ruminal <sup>[3]</sup>.

Una aplicación específica en sistemas de pastoreo es la incorporación de xilanasas y fitasas en bloques de lamido. Este formato busca entregar enzimas junto con otros componentes nutricionales de forma compatible con animales que consumen forraje en campo. El trabajo sobre incorporación efectiva de xilanasas y fitasas en bloques de lamido para ganado en pastoreo muestra que el interés técnico no se limita a piensos compuestos, sino que también alcanza sistemas extensivos <sup>[9]</sup>.

En rumiantes, el objetivo no suele ser “reemplazar” la digestión microbiana, sino aumentar la accesibilidad inicial de fracciones hemicelulósicas o complementar estrategias de manejo del forraje. Por eso, la extrapolación desde estudios en pollos no es apropiada: el rumen tiene pH, tiempo de retención, microbiota y dinámica de fermentación distintos. El uso debe considerarse dentro de un programa de nutrición de rumiantes y no como una equivalencia directa con monogástricos [3].

### Dietas con ingredientes alternativos y subproductos vegetales

El aumento del uso de subproductos agrícolas, salvados, harinas vegetales y materias primas locales ha elevado el interés por enzimas que reduzcan la variabilidad nutricional. La xilanasa es relevante cuando estos ingredientes aportan hemicelulosa y arabinosilanos que limitan la digestibilidad. En este contexto, su papel no es “mejorar cualquier subproducto”, sino actuar sobre sustratos compatibles con su especificidad enzimática [10].



**Figure 4.** 사료 효소마다 작용하는 기질이 다르며, 자일라나아제는 피틴산, 단백질, 셀룰로오스 또는 베타글루칸이 아니라 자일란이 풍부한 헤미셀룰로오스를 특이적으로 표적으로 합니다.

La producción de xilanasa a partir de residuos agrícolas también se investiga desde una perspectiva de valorización. Estudios sobre *Bacillus safensis* usando paja de sorgo y sobre xilanasa termoestable de *Geobacillus stearothermophilus* señalan el interés biotecnológico de convertir biomasa lignocelulósica en fuentes o aplicaciones enzimáticas. Aunque esos trabajos no equivalen a una recomendación directa de uso en todas las dietas, muestran la conexión entre agro-residuos, xilanos y tecnología enzimática [11].

## Tabla comparativa: dónde encaja mejor la xilanasas

Área de aplicación	Sustrato o problema dominante	Mecanismo esperado	Nivel de respaldo práctico	Lectura técnica
Pollos de engorde	Arabinosilanos de trigo, maíz, soya y subproductos	Menor viscosidad, liberación de almidón y proteína, digestión proximal más eficiente	Alto	Es la aplicación con evidencia más directa sobre eficiencia productiva y digestibilidad <sup>[1]</sup>
Programas multienzimáticos en aves	NSP, fitato y otras fracciones antinutricionales	Complemento con fitasa y $\beta$ -glucanasa para ampliar el rango de sustratos	Alto-moderado	Útil cuando la formulación contiene varias barreras nutricionales simultáneas <sup>[7]</sup>
Porcino	Fibra vegetal y arabinosilanos en cereales/subproductos	Liberación de nutrientes y modulación de fermentación intestinal	Moderado	Hay respaldo técnico y evaluaciones específicas, pero la respuesta depende de etapa y dieta <sup>[8]</sup>
Rumiantes en pastoreo	Forrajes, fibra estructural y suplementos sólidos	Apoyo a degradación de hemicelulosa e interacción con microbiota ruminal	Moderado-emergente	Más dependiente del sistema de suministro y del forraje que en monogástricos <sup>[9]</sup>
Dietas con subproductos vegetales	Variabilidad de NSP y pared celular	Reducción del efecto barrera de hemicelulosa	Contextual	Relevante cuando el sustrato contiene xilanos accesibles a la enzima <sup>[3]</sup>

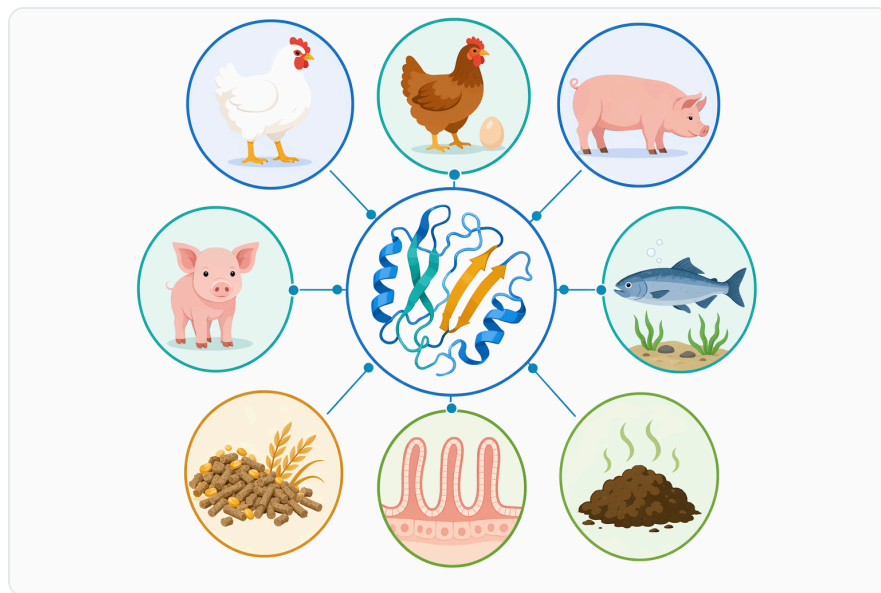
## Estabilidad, pH y procesamiento: por qué no todas las xilanasas se comportan igual

Para funcionar en alimentación animal, una xilanasas debe conservar actividad suficiente después del procesamiento y actuar en condiciones digestivas variables. La peletización, la humedad, la fricción, el tiempo de acondicionamiento y el almacenamiento pueden afectar la proteína enzimática. Por eso, la literatura presta atención a xilanasas termoestables y a variantes con perfiles de pH adaptados, como muestra la investigación sobre xilanasas termoestable de *Geobacillus stearothermophilus* <sup>[11]</sup>.

El pH es otro factor crítico. El alimento pasa por compartimentos ácidos y luego por regiones intestinales con pH más cercano a la neutralidad, de modo que la enzima puede encontrar condiciones cambiantes durante su ventana de acción. Se han estudiado estrategias de ingeniería para desplazar el pH óptimo de xilanasas hacia valores más ácidos, como en el caso de *Bacillus circulans*, lo que ilustra la importancia práctica de adaptar la enzima al ambiente digestivo [12].

También existen xilanasas acidófilas de origen fúngico. La caracterización de una  $\beta$ -xilanasas acidófila de *Trichoderma asperellum* y su hidrólisis sinérgica de xilano de haya evidencia que las propiedades bioquímicas pueden diferir ampliamente entre enzimas, incluso si todas se describen como “xilanasas”. Esta variabilidad explica por qué los resultados de una preparación concreta no deben generalizarse automáticamente a otra [13].

La compatibilidad con otros aditivos depende del objetivo de formulación. La xilanasas puede combinarse con fitasa cuando la dieta busca liberar fósforo ligado a fitato, con  $\beta$ -glucanasa cuando hay  $\beta$ -glucanos problemáticos, o con celulasas y proteasas en matrices vegetales más complejas. En investigaciones sobre hidrolasas termoestables inmovilizadas, la acción simultánea de xilanasas, celulasas y enzimas amilolíticas se ha explorado para sacarificación de sustratos, lo que ilustra la lógica de atacar varias estructuras vegetales a la vez [14].



**Figure 5.** 주요 동물영양 분야의 활용 대상에는 자일란이 풍부한 섬유질이 영양소 접근을 제한하는 가금류 사료, 돼지 사료, 섬유질 부산물, 발효 조사료가 포함됩니다.

## Microbiota intestinal y posibles efectos prebióticos

---

La relación entre xilanasas y microbiota se explica por los productos de hidrólisis. Cuando la enzima corta arabinosilanos, puede generar oligosacáridos que no se absorben directamente en la parte proximal del intestino, pero sí pueden ser fermentados por bacterias beneficiosas o competidoras, según el contexto. Esta fermentación puede influir en ácidos grasos de cadena corta, pH intestinal local y competencia microbiana [5].

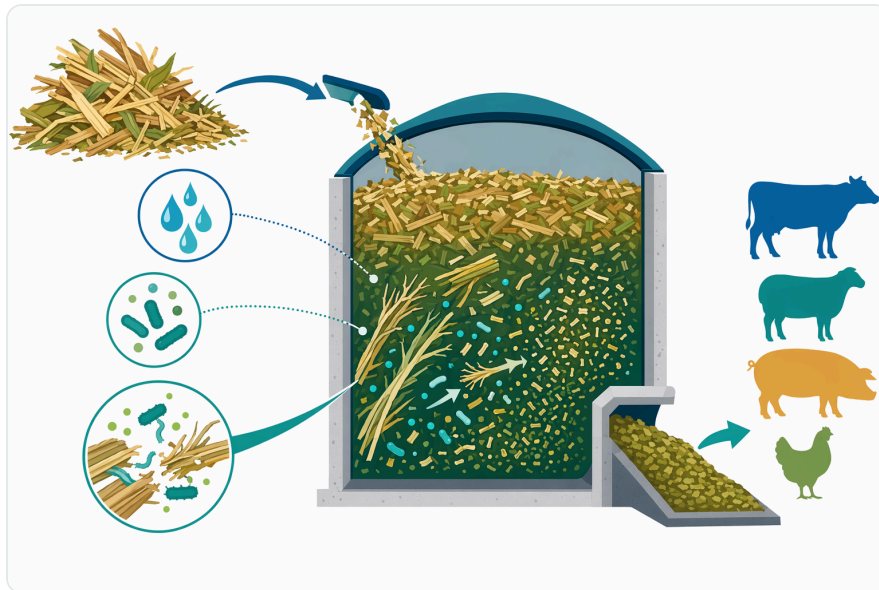
La preparación de xilooligosacáridos mediante xilanasas también se investiga fuera del pienso directo. Por ejemplo, la expresión de una xilanasas adaptada al frío en *Pichia pastoris* para producir XOS muestra el interés de estas enzimas en generar moléculas con potencial funcional. Aunque la producción industrial de XOS no debe confundirse con la suplementación directa en alimento, ambos campos comparten el mismo fundamento: transformar xilano en fracciones más pequeñas con actividad biológica potencial [15].

En nutrición animal, este efecto debe interpretarse de forma equilibrada. La xilanasas puede favorecer perfiles de fermentación más deseables cuando el sustrato y la microbiota lo permiten, pero no es un probiótico ni una garantía de salud intestinal por sí sola. Su contribución más defendible es crear sustratos fermentables a partir de arabinosilanos y reducir barreras digestivas, dentro de una dieta correctamente formulada [16].

## Seguridad y marco técnico de uso

---

Las enzimas alimentarias se evalúan por identidad, organismo de producción, proceso, impurezas, seguridad para la especie objetivo, seguridad para el usuario, consumidor y ambiente, además de eficacia. La opinión científica sobre endo-1,4-β-xilanasas producida por *Bacillus subtilis* LMG S-15136 para cerdas y especies porcinas muestra cómo se aborda esta evaluación para una preparación específica. Es importante recalcar que tales conclusiones pertenecen al aditivo evaluado, no a cualquier xilanasas genérica [8].



**Figure 6.** 사일리지와 발효 바이오매스에서 자일라나아제는 사료가 동물에게 도달하기 전에 헤미셀룰로오스를 변형할 수 있습니다.

La seguridad también se relaciona con el manejo del producto. Las enzimas son proteínas y, como otros polvos técnicos, pueden requerir precauciones para evitar exposición innecesaria por inhalación o contacto. En uso profesional, la SDS incluida con el pedido es el documento que orienta la manipulación segura, almacenamiento y medidas de protección aplicables al producto recibido .

Desde el punto de vista nutricional, el uso responsable implica integrar la xilanasa en una formulación completa. No sustituye energía, aminoácidos, minerales, vitaminas ni manejo sanitario. Su función es mejorar el aprovechamiento de determinados componentes vegetales; si la dieta es deficiente por otras razones, la enzima no corrige por sí misma el desequilibrio <sup>[2]</sup>.

## Cómo interpretar resultados esperables sin exagerar

Un beneficio realista de la xilanasa es mejorar la disponibilidad de nutrientes atrapados en paredes celulares, especialmente almidón y proteína en dietas con cereales ricos en arabinosilanos. En pollos, la evidencia de mejora en digestión proximal de proteína cruda y almidón aporta una base mecánica clara para explicar mejoras de eficiencia alimentaria cuando el sustrato es adecuado <sup>[1]</sup>.

Otro beneficio posible es reducir la variabilidad asociada a materias primas vegetales. Los cereales cambian por origen, cosecha, almacenamiento y procesamiento; los subproductos pueden variar aún más. La xilanasa ayuda cuando esa variabilidad está ligada a hemicelulosas y arabinosilanos, pero su efecto será menor si la limitación principal procede de micotoxinas, mala calidad proteica, exceso de fibra lignificada o deficiencias minerales <sup>[3]</sup>.

En programas con varias enzimas, la xilanasa puede aportar una pieza del sistema. La combinación con fitasa o  $\beta$ -glucanasa tiene sentido cuando existen simultáneamente fitato, arabinoxilanos y otros NSP. El estudio con fitasa, con o sin xilanasa- $\beta$ -glucanasa, en dietas de trigo-maíz-soya para pollos demuestra que el enfoque de matriz nutricional puede producir beneficios cuando se ajusta a la composición real de la dieta [7].

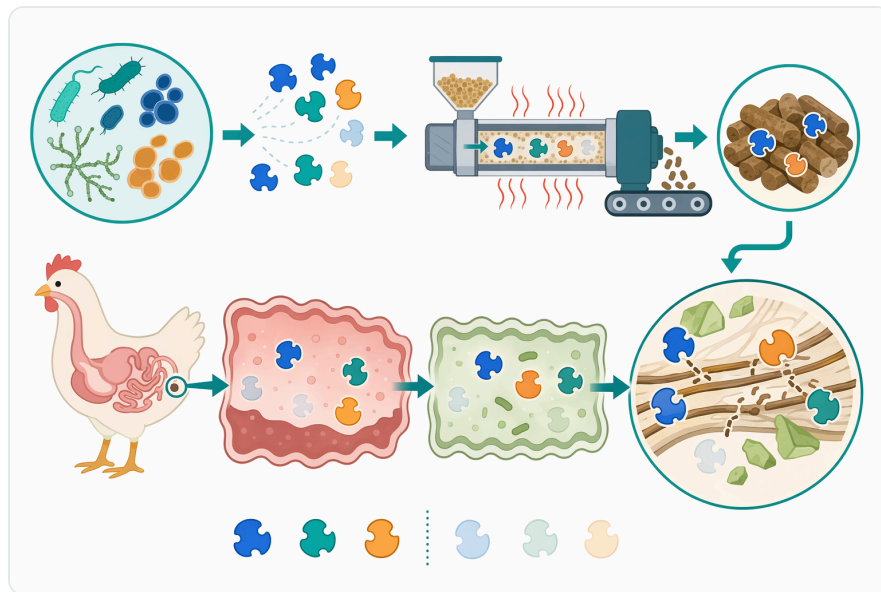


Figure 7. 자일라나아제의 원료, 단백질 구조, 제형은 효소가 기질에 도달할 때 까지 충분히 오래 활성을 유지할 수 있는지에 영향을 미칩니다.

## Posición de Enzymes.bio y presentación comercial

Xylanase Enzyme Animal Nutrition se presenta como un ingrediente enzimático para alimentación animal orientado a formulaciones con materias primas vegetales. Enzymes.bio lo suministra como proveedor mediante venta directa en línea en unidades de 1 kg; no se debe interpretar que Enzymes.bio sea fabricante, laboratorio de ensayo o desarrollador de la cepa de producción. La documentación del producto, incluyendo CoA y SDS, se entrega junto con el pedido .

Para el usuario profesional, esto significa que el producto debe incorporarse de acuerdo con la documentación suministrada, la normativa aplicable y el diseño nutricional de la dieta. La decisión técnica debe basarse en especie, ingrediente dominante, presencia de NSP, procesamiento del alimento y objetivo productivo. La xilanasa aporta más valor cuando existe un sustrato claro —xilanos o arabinoxilanos— y cuando la formulación permite capturar la mejora de digestibilidad [4].

## Conclusión técnica

---

La xilanasa para nutrición animal es una herramienta bien establecida para mejorar el aprovechamiento de ingredientes vegetales con xilanos y arabinoxilanos. Su mecanismo principal combina hidrólisis de enlaces  $\beta$ -1,4 del xilano, reducción del efecto barrera de la pared celular, posible disminución de viscosidad intestinal y generación de oligosacáridos fermentables. La evidencia más fuerte se concentra en aves, con respaldo adicional en porcino, rumiantes y aplicaciones de alimentación basada en fibra vegetal <sup>[1]</sup>.

Su uso debe entenderse con precisión: no transforma una dieta mal formulada en una dieta óptima, no reemplaza nutrientes esenciales y no produce la misma respuesta en todas las especies. Cuando se aplica en un contexto adecuado —cereales, subproductos vegetales, NSP y formulación profesional— puede contribuir a mejorar digestibilidad, eficiencia de uso del alimento y flexibilidad de formulación. Enzymes.bio ofrece Xylanase Enzyme Animal Nutrition como proveedor en formato de 1 kg para compra directa en línea, con CoA y SDS incluidos junto con el pedido .

### Pedir Xylanase Enzyme Animal Nutrition 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 Xylanase Enzyme Animal Nutrition →](#)

## 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. Matthiesen, C., Pettersson, D., Smith, A., Pedersen, N., & Storm, A. C. (2020). [Exogenous xylanase improves broiler production efficiency by increasing proximal small intestine digestion of crude protein and starch in wheat-based diets of various viscosities.](#) *Animal Feed Science and Technology*, 114739.
2. Okon, B., Ibom, L., Anlade, Y. D. R., & Dauda, A. (2023). [A biotechnology perspective of livestock nutrition on feed additives: a mini review.](#) *Nigerian Journal of Animal Production*.
3. Handique, B., Maurya, L., Devi, Y. R., & Pearlin, B. V. (2018). [Supplementation of exogenous fibrolytic enzyme in livestock nutrition.](#)
4. Rosyada, Z., Lamid, M., Arif, M. A. A., Rimayanti, R., Lokapirnasari, W., Ayuti, S. R., Khairullah, A., ... et al. (2026). [Evaluating the Nutritional Bioefficacy of Xylanase and Cellulase in Poultry Diets Rich in Non-Starch Polysaccharides.](#)

5. Su, W., Luo, H., Chen, X., Ai, G., Wei, Q., Zou, Z., Xu, C., ... et al. (2025). Influence of a rumen ciliate-derived xylanase on the gut microbiota composition: A potential enzyme for prebiotic applications. *Enzyme and Microbial Technology*, 190, 110683 .
6. Werku, T. (2025). Method of Enzyme Application and Effect on the Performance of Broilers Fed Meal-Based Diet in Ethiopia: Systematic Review. *American Journal of Applied Scientific Research*.
7. Bello, A., Giménez-Rico, R. D., Gilani, S., Hillen, B., Venter, K., Plumstead, P., & Dersjant-Li, Y. (2023). Application of enzyme matrix values for energy and nutrients to a wheat-corn-soybean meal-based broiler diet supplemented with a novel phytase, with or without a xylanase-β-glucanase, achieved a production benefit over a nutritionally adequate unsupplemented diet. *Poultry Science*, 102.
8. Bampidis, V., Azimonti, G., Bastos, M., Christensen, H., Dusemund, B., Durjava, M., Kouba, M., ... et al. (2021). Safety and efficacy of a feed additive consisting of endo-1,4-β-xylanase produced by Bacillus subtilis LMG S-15136 (Belfeed B MP/ML) for sows in order to have benefits in piglets and for all porcine species (Beldem, a division of Puratos NV). *EFSA journal. European Food Safety Authority*, 19.
9. Ainscough, R., McGree, J., Callaghan, M., & Speight, R. (2019). Effective incorporation of xylanase and phytase in lick blocks for grazing livestock. *Animal Production Science*.
10. Al-Shawi, A. H. (2023). Enhanced Xylanase Production from Bacillus safensis MABS6 using Sorghum Straw Substrate: Optimization, Characterization, and Biotechnological Applications. *Catrina: The International Journal of Environmental Sciences*.
11. Ali, S. M., Noby, N., Soliman, N., & Omar, S. (2025). Isolation, expression, and in silico profiling of a thermostable xylanase from Geobacillus stearothermophilus strain NASA267: insights into structural features and agro-waste valorization. *Microbial Cell Factories*, 24.
12. Pokhrel, S., Joo, J., & Yoo, Y. (2013). Shifting the optimum pH of Bacillus circulans xylanase towards acidic side by introducing arginine. *Biotechnology and Bioprocess Engineering*, 18, 35-42.
13. Zheng, F., Basit, A., Zhuang, H., Chen, J., Zhang, J., & Chen, W. (2022). Biochemical characterization of a novel acidophilic β-xylanase from Trichoderma asperellum ND-1 and its synergistic hydrolysis of beechwood xylan. *Frontiers in Microbiology*, 13.
14. Kumari, A., Kaila, P., Tiwari, P., Singh, V., Kaul, S., Singhal, N., & Guptasarma, P. (2018). Multiple thermostable enzyme hydrolases on magnetic nanoparticles: An immobilized enzyme-mediated approach to saccharification through simultaneous xylanase, cellulase and amylolytic glucanotransferase action. *International Journal of Biological Macromolecules*, 120 Pt B, 1650-1658 .
15. Rodríguez, S., González, C., Reyes-Godoy, J. P., Gasser, B., Andrews, B., & Asenjo, J. A. (2025). Expression and characterization of cold-adapted xylanase Xyl-L in Pichia pastoris for xylooligosaccharide (XOS) preparation. *Microbial Cell Factories*, 24.
16. Wan, X., Wang, J., Zhang, S., Zhang, X., Shi, X., & Chen, G. (2024). New insights into adlay seed bran polysaccharides: Effects of enzyme-assisted Aspergillus niger solid-state fermentation on its structural features, simulated gastrointestinal digestion, and prebiotic activity. *International Journal of Biological Macromolecules*, 138101 .

## 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.