

Fitasa (Phytase Enzyme) para alimento avícola, porcino y rumiantes: liberación de fósforo, menor fitato y formulaciones de pienso más eficientes

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

La fitasa es una enzima alimentaria que hidroliza el fitato de cereales, oleaginosas y subproductos vegetales, liberando fósforo inorgánico y reduciendo el efecto antinutricional de los inositol fosfatos. En alimentación animal, su aplicación está mejor respaldada en aves y cerdos, donde la capacidad endógena para degradar fitato es limitada; en rumiantes, su uso es más específico porque la microbiota ruminal ya aporta cierta degradación del fitato. Enzymes.bio suministra fitasa para uso en piensos en unidades de 1 kg disponibles para compra directa en línea, con CoA y SDS proporcionados junto con el pedido.

Qué es la fitasa y por qué importa en piensos vegetales

La fitasa —también conocida como *phytase enzyme* en documentación técnica internacional— es una fosfatasa que cataliza la hidrólisis del ácido fítico o fitato. El sustrato principal, el mio-inositol hexakisfosfato, contiene seis grupos fosfato unidos a un anillo de inositol; por eso suele abreviarse como IP6. Al retirar esos grupos fosfato de manera secuencial, la enzima convierte IP6 en inositol fosfatos menos fosforilados y fosfato inorgánico, una forma de fósforo más disponible para el animal [\[1\]](#).

El interés industrial de la fitasa surge porque muchas materias primas de origen vegetal almacenan una parte importante de su fósforo en forma de fitato. Esto es relevante en dietas basadas en maíz, trigo, cebada, arroz, salvados, harinas de soya, otras oleaginosas y leguminosas, donde el fósforo total del ingrediente no equivale necesariamente al fósforo utilizable por el animal. Estudios recientes sobre fósforo hidrolizable por fitasa en ingredientes de alimentación animal siguen destacando la variabilidad entre materias primas, lo que explica por qué la fitasa se integra dentro de la formulación y no como una simple adición aislada [\[2\]](#).

En aves de corral y cerdos, el problema es más marcado porque estos animales monogástricos no producen suficiente fitasa propia para liberar todo el fósforo ligado al fitato durante el tránsito digestivo. Por esa razón, la fitasa microbiana se convirtió en una de las enzimas exógenas más utilizadas en nutrición animal moderna, junto con xilanasas, beta-glucanasas, celulasas, proteasas y amilasas [3].

Desde una perspectiva B2B, la función principal de la fitasa en piensos no es “añadir fósforo”, sino hacer más accesible el fósforo que ya está presente en los ingredientes vegetales. Esto puede apoyar formulaciones con menor dependencia de fosfatos minerales, mejorar el uso de nutrientes y reducir la excreción de fósforo no aprovechado cuando la dieta se formula de forma coherente con la matriz nutricional de la enzima [1].

El fitato como factor antinutricional: mecanismo concreto

El fitato tiene una alta densidad de carga negativa debido a sus grupos fosfato. En el tracto digestivo, especialmente cuando existen condiciones favorables de pH y concentración mineral, puede formar complejos con cationes como calcio, zinc, hierro, magnesio y manganeso. Estos complejos pueden ser menos solubles y, por tanto, menos disponibles para absorción, lo que convierte al fitato en un factor antinutricional más allá del fósforo [4].

La interacción del fitato con el calcio es particularmente importante en nutrición avícola y porcina. Un exceso relativo de calcio puede favorecer la formación de complejos calcio-fitato y reducir la accesibilidad del sustrato a la fitasa, mientras que un balance más preciso de calcio y fósforo mejora la interpretación de la respuesta enzimática. La nutrición moderna de precisión en cerdos y aves se centra precisamente en ajustar estos dos minerales para maximizar disponibilidad, crecimiento, mineralización ósea y eficiencia alimentaria [5].

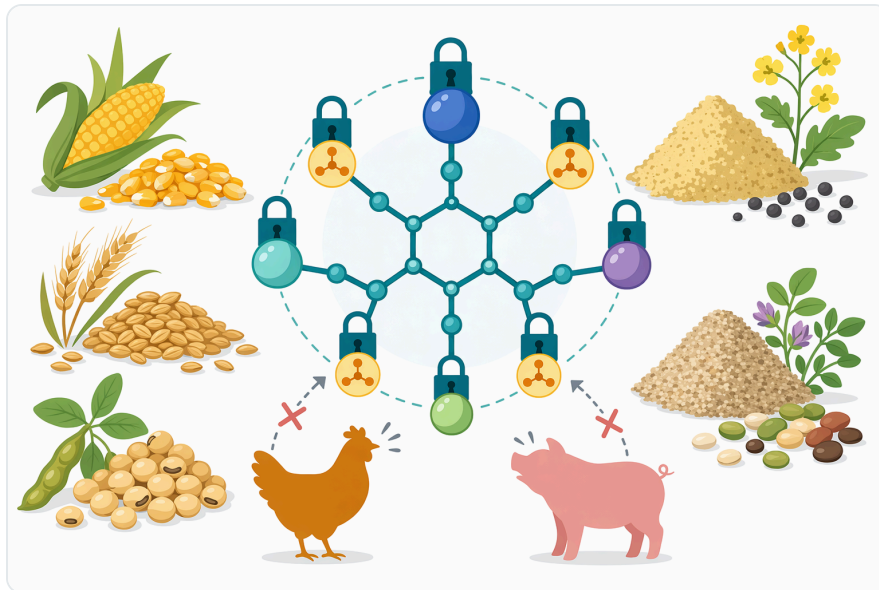


Figure 1. 식물성 사료 원료에는 피테이트 형태의 인이 포함될 수 있으며, 가금류와 다른 단위동물은 효소적 가수분해 없이는 이를 효율적으로 이용하기 어렵습니다.

El fitato también puede interactuar con proteínas y aminoácidos, especialmente en ambientes ácidos donde algunas proteínas adquieren carga positiva y pueden unirse a la molécula de fitato. Esa unión puede alterar la solubilidad proteica o modificar la acción de enzimas digestivas, lo que ayuda a explicar por qué la reducción de fitato a veces se asocia con mejoras no solo en fósforo, sino también en digestibilidad de aminoácidos y energía, aunque la magnitud depende de la dieta y la especie [4].

La hidrólisis por fitasa reduce progresivamente la capacidad quelante del fitato. A medida que IP6 se convierte en IP5, IP4, IP3 y otros inositol fosfatos menos fosforilados, la molécula pierde grupos fosfato y disminuye su carga negativa, lo que reduce su capacidad de secuestrar minerales. Este mecanismo es la base bioquímica de la aplicación de fitasa en alimento para pollos, ponedoras, pavos, cerdos y, en contextos más específicos, rumiantes [1].

Cómo actúa la fitasa en el tracto digestivo

La acción de la fitasa debe ocurrir antes de que el fitato atraviese zonas donde ya no pueda ser degradado o absorbido de manera eficiente. En aves, el buche, proventrículo y molleja proporcionan condiciones iniciales donde una fitasa activa puede comenzar la hidrólisis; en cerdos, el estómago cumple una función comparable. Por eso, las propiedades de actividad en medio ácido y resistencia al tránsito digestivo son relevantes para el desempeño de una fitasa en piensos [6].

Las fitasas comerciales pueden diferir en origen microbiano, estructura, perfil de pH, estabilidad térmica y patrón de liberación de fosfato. La literatura describe fitasas procedentes de bacterias, hongos y levaduras, incluidas enzimas recombinantes de *Escherichia coli* y fitasas fúngicas de géneros como *Aspergillus* y *Rhizopus*. Estas diferencias explican por qué dos productos etiquetados como fitasa no necesariamente se comportan igual en una dieta procesada [7].

Un punto técnico importante es que la fitasa actúa sobre una serie de sustratos, no solo sobre IP6 intacto. La enzima puede liberar fosfato de inositol fosfatos intermedios, aunque la velocidad y el grado de hidrólisis dependen de la estructura de la fitasa y de las condiciones del alimento y del tracto digestivo. Trabajos sobre fitasa recombinante de *E. coli* han mostrado que la interacción con el propio fitato puede influir en la activación funcional de la enzima, lo que refuerza la idea de que el sustrato y el entorno digestivo condicionan la respuesta observada [8].

En formulación práctica, el resultado esperado no se mide solo por la desaparición química del fitato, sino por la respuesta nutricional: fósforo disponible, digestibilidad de calcio, mineralización ósea, conversión alimenticia, ganancia de peso, calidad de cáscara en ponedoras o reducción de excreción mineral. La fitasa debe entenderse como una herramienta de redistribución y disponibilidad de nutrientes, no como una solución independiente de la dieta [9].

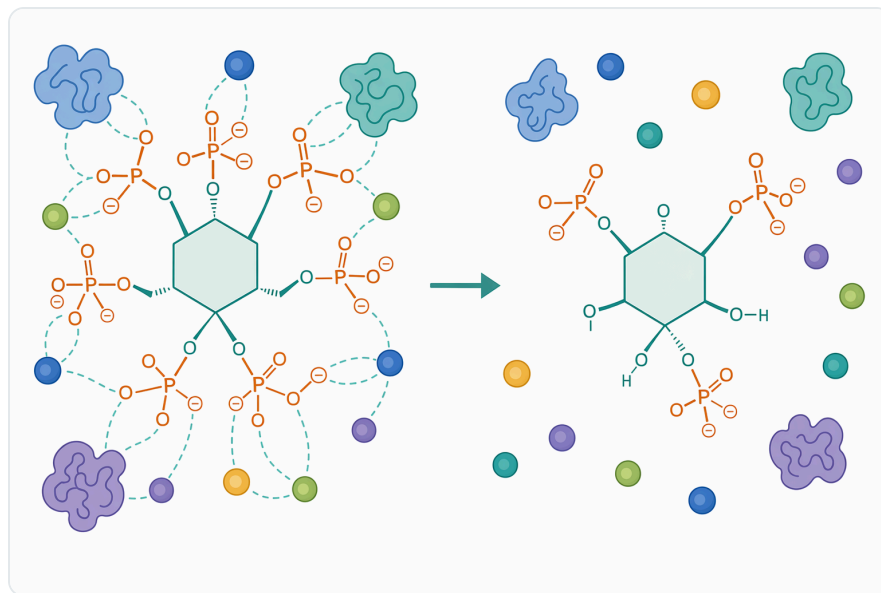


Figure 2. 분해되지 않은 피테이트는 미네랄과 단백질에 결합할 수 있으며, 탈인산화가 진행되면 전하 밀도와 미네랄 결합력이 낮아집니다.

Evidencia en aves: pollos de engorde, ponedoras y otras aves

La evidencia más consolidada para fitasa se encuentra en aves de corral. En pollos de engorde, dietas basadas en cereales y harina de soya contienen fitato suficiente para limitar parte del fósforo utilizable, y la suplementación con fitasa se ha estudiado ampliamente por su capacidad de mejorar disponibilidad de fósforo, utilización del alimento y desempeño productivo cuando se formulan dietas con valores nutricionales apropiados ^[10].

Un estudio sobre dietas de pollos de engorde a base de trigo, maíz y harina de soya mostró que la aplicación de valores de matriz para energía y nutrientes con una fitasa novedosa, con o sin xilanasas-beta-glucanasa, pudo generar beneficios productivos frente a una dieta nutricionalmente adecuada sin suplementación enzimática. Este tipo de trabajo es relevante porque evalúa la fitasa dentro del sistema real de formulación, no solo como aditivo añadido sobre una dieta ya corregida ^[11].

En gallinas ponedoras, la fitasa se relaciona con el uso eficiente de fósforo y calcio, dos minerales críticos para mantenimiento óseo, persistencia productiva y formación de cáscara. Revisiones recientes sobre aditivos en dietas de ponedoras incluyen la fitasa entre las herramientas nutricionales con potencial para mejorar disponibilidad mineral y reducir impactos ambientales asociados a la excreción de fósforo ^[12].

En pavos y otras aves, la lógica nutricional es similar a la de pollos, aunque la respuesta depende de especie, edad, densidad mineral de la dieta, composición de ingredientes y procesamiento del alimento. En general, las aves jóvenes suelen ser más sensibles a limitaciones de fósforo disponible porque su crecimiento es rápido y la mineralización ósea es intensa, lo que hace que una liberación temprana de fósforo desde fitato sea especialmente valiosa ^[5].

Evidencia en cerdos y otros monogástricos

En cerdos, la fitasa aborda el mismo obstáculo central: una fracción del fósforo vegetal está unida al fitato y no se aprovecha plenamente sin hidrólisis enzimática. La suplementación con fitasa se utiliza para aumentar la disponibilidad del fósforo de ingredientes vegetales y apoyar ajustes en fósforo inorgánico, calcio y otros nutrientes dentro de la formulación ^[1].

La respuesta porcina está muy influida por la fase fisiológica. Lechones, cerdos de crecimiento y cerdos de terminación tienen demandas distintas de fósforo, calcio y aminoácidos; por tanto, la matriz nutricional atribuida a la fitasa debe alinearse con el objetivo productivo. La discusión reciente sobre nutrición de precisión de calcio y fósforo en cerdos y aves subraya que no basta con reducir fósforo mineral: también debe controlarse la relación entre minerales y su disponibilidad real ^[5].

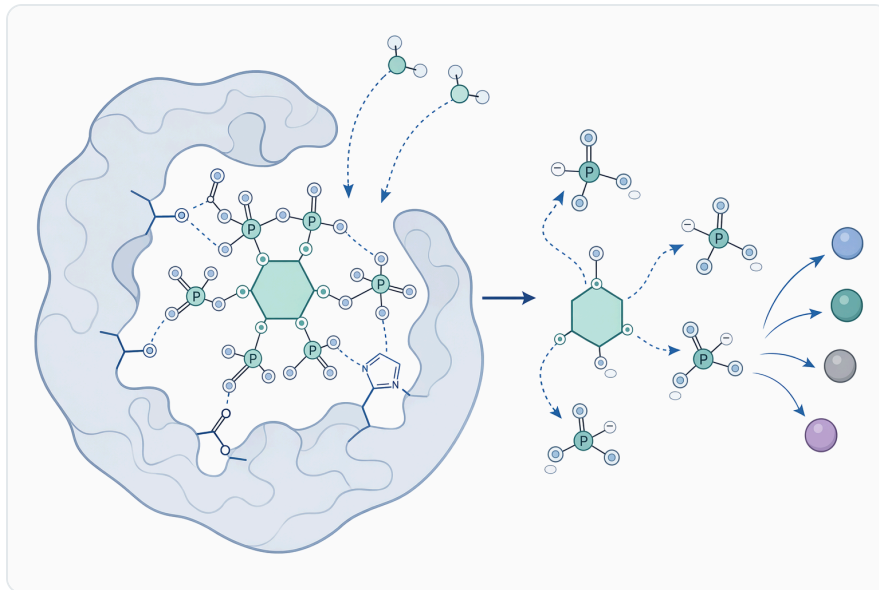


Figure 3. 피타아제는 피테이트의 인산 에스터 결합을 가수분해하여 무기 인산과 저분자 이노시톨 인산을 점진적으로 방출합니다.

La fitasa también es relevante en ingredientes proteicos vegetales con alto contenido de fitato, como harina de soya y derivados fermentados de soya. La fermentación puede reducir algunos factores antinutricionales, pero no elimina automáticamente la necesidad de considerar fitato, fósforo disponible y digestibilidad mineral. Revisiones sobre harina de soya fermentada señalan que los cambios en calidad proteica, factores antinutricionales y digestibilidad deben evaluarse en conjunto [13].

En acuicultura de especies omnívoras o con dietas vegetales crecientes, la fitasa también se ha investigado como estrategia para mejorar la digestibilidad de nutrientes. Un estudio en tambaqui evaluó suplementación con fitasa y reportó efectos sobre digestibilidad proteica, eficiencia de utilización del alimento, crecimiento y contenido proteico de la canal, lo que muestra que el concepto no se limita a aves y cerdos, aunque la base de evidencia varía por especie [14].

Rumiantes: por qué la aplicación es diferente

En rumiantes, el punto de partida cambia porque la microbiota ruminal puede degradar fitato y liberar fósforo antes de que el alimento llegue al intestino. Esto no significa que la fitasa exógena sea irrelevante, pero sí que su justificación técnica es distinta a la de pollos o cerdos. La respuesta potencial depende de la dieta, el nivel de concentrado, el procesamiento del grano, el flujo ruminal y el balance mineral total [4].

La investigación sobre fitasa para rumiantes incluye enfoques microbiológicos y biotecnológicos, como la selección de microorganismos productores de fitasa con potencial para alimentación animal. Sin embargo, parte de esta evidencia se orienta al desarrollo de cepas, fermentaciones o sistemas de conversión, más que a una recomendación universal para todas las dietas de bovinos, ovinos o caprinos [7].

En vacas lecheras o ganado de engorde, el fósforo dietario debe manejarse con precisión porque tanto la deficiencia como el exceso tienen implicaciones productivas y ambientales. La fitasa puede ser una herramienta en sistemas concretos, pero su valor esperado debe evaluarse frente a la degradación ruminal natural del fitato y a las fuentes minerales ya presentes en la ración [9].

Por ello, en una página técnica responsable, la fitasa debe presentarse como una enzima con evidencia fuerte en monogástricos y aplicación más selectiva en rumiantes. Esta distinción evita extrapolar resultados de pollos o cerdos a sistemas ruminales que tienen una fisiología digestiva y una microbiota mucho más complejas [4].

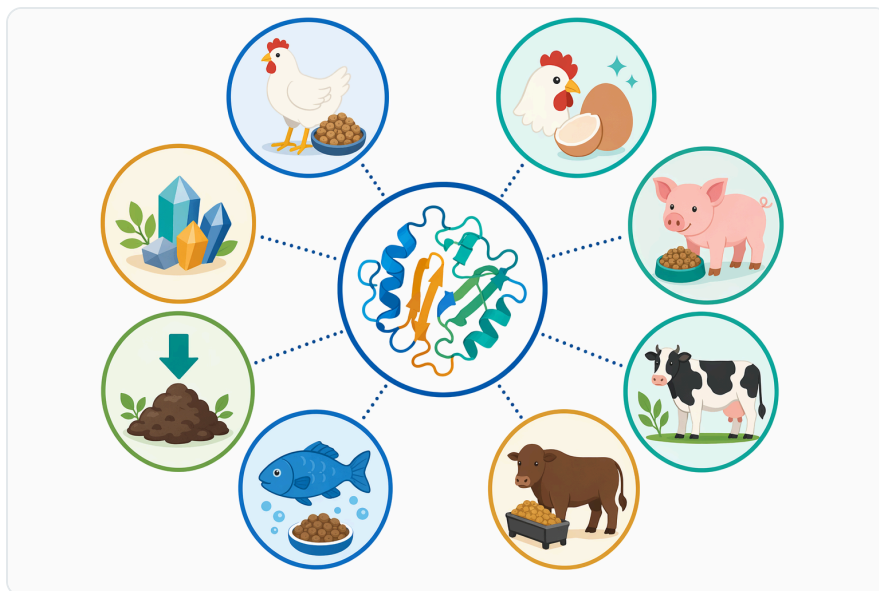


Figure 4. 곡류와 유지종자박 중심의 사료에는 피테이트가 포함되어 있고 조류는 내인성 피타아제 활성이 제한적이기 때문에, 가금류는 피타아제 활용이 가장 잘 확립된 사례입니다.

Comparación por especie y objetivo nutricional

Especie o sistema	Problema principal asociado al fitato	Papel esperado de la fitasa	Nivel de respaldo práctico
Pollos de engorde	Fósforo vegetal parcialmente no disponible; interacción con calcio y otros nutrientes	Liberar fósforo, apoyar mineralización ósea y eficiencia alimentaria	Alto en dietas vegetales formuladas con matriz enzimática ^[10]
Gallinas ponedoras	Balance fósforo-calcio crítico para hueso y cáscara	Mejorar disponibilidad mineral y reducir fósforo no utilizado	Alto, con énfasis en formulación mineral precisa ^[12]
Pavos y otras aves	Requerimientos minerales altos durante crecimiento	Aumentar aprovechamiento del fósforo vegetal	Moderado a alto, dependiente de especie y etapa ^[5]
Cerdos	Baja degradación endógena de fitato en dietas con cereales y soya	Reducir dependencia de fósforo inorgánico y mejorar disponibilidad mineral	Alto en programas de formulación bien ajustados ^[1]
Peces omnívoros con dietas vegetales	Fitato en ingredientes vegetales y menor disponibilidad de fósforo	Mejorar digestibilidad de nutrientes y uso del alimento	Emergente y específico por especie ^[14]
Rumiantes	Degradación ruminal parcial del fitato por microbiota	Aplicación selectiva según dieta y objetivo mineral	Más específico; menor generalización que en monogástricos ^[4]

Fitasa y formulación: el concepto de matriz nutricional

En nutrición animal, una fitasa no se valora únicamente por estar presente en el alimento, sino por la “matriz” de nutrientes que permite formular. Esa matriz representa el fósforo, calcio, energía, aminoácidos u otros nutrientes que el nutricionista considera liberados o mejor aprovechados gracias a la enzima. El uso de valores de matriz en pollos de engorde ha sido evaluado en dietas comerciales basadas en trigo, maíz y soya, mostrando que la enzima puede integrarse dentro de una estrategia de formulación con resultados productivos medibles ^[11].

El principal riesgo técnico es asignar a la fitasa beneficios demasiado amplios sin considerar la dieta real. Si el alimento contiene poco fitato, si el calcio está desbalanceado, si el procesamiento reduce la actividad funcional de la enzima o si el fósforo disponible ya está sobredimensionado, la respuesta

económica y productiva puede disminuir. Por eso la fitasa debe conectarse con el análisis de ingredientes, la especie, la fase productiva y la meta nutricional [2].

También es importante diferenciar entre efecto “fosfórico” y efecto “extra-fosfórico”. El primero se refiere a la liberación de fósforo desde fitato; el segundo abarca posibles mejoras en digestibilidad de minerales, aminoácidos o energía por reducción de complejos antinutricionales. La literatura reconoce estos efectos, pero su magnitud no es fija y debe interpretarse en el contexto de la formulación [4].

La precisión en calcio y fósforo es especialmente crítica porque ambos minerales interactúan. Una reducción de fósforo inorgánico sin ajustar calcio puede limitar la respuesta esperada, y un exceso de calcio puede reducir la solubilidad del fitato o alterar la absorción mineral. La formulación moderna busca un equilibrio entre disponibilidad, desempeño animal, salud ósea y reducción de excreción [5].

Procesamiento del alimento y estabilidad funcional

La fitasa debe conservar suficiente funcionalidad durante la fabricación del pienso y el tránsito hasta el sitio de acción digestiva. En alimentos peletizados, expandidos o sometidos a otros tratamientos térmicos, el calor, la humedad, la presión y el tiempo de exposición pueden afectar la estructura de la enzima. La estabilidad térmica, por tanto, no es un detalle secundario: influye directamente en la actividad residual disponible para actuar sobre el fitato [6].

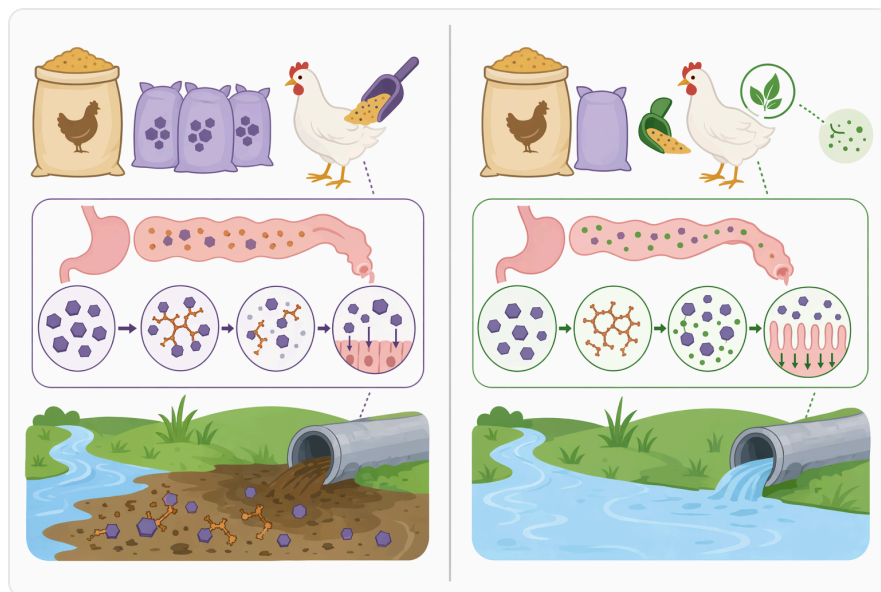


Figure 5. 반추동물에서는 반추위 미생물이 하부 장관 소화 전에 식물성 피테이트를 이미 변형할 수 있으므로, 피타아제 사용은 반추동물보다 단위동물에서 더 직접적입니다.

Las fitasas pueden formularse o inmovilizarse de distintas maneras para mejorar su desempeño en condiciones ácidas o frente a estrés de proceso. Investigaciones sobre agregados de fitasa entrecruzados han explorado mejoras en degradación de fitato a pH bajo, lo que resulta relevante porque el estómago de cerdos y las primeras zonas digestivas de aves presentan ambientes ácidos donde la hidrólisis temprana puede ser ventajosa [6].

Además del calor, la interacción con otros componentes del alimento puede influir en la respuesta. Carbohidrasas como xilanasas y beta-glucanasas pueden modificar viscosidad intestinal o liberar nutrientes atrapados en paredes celulares, mientras que la fitasa actúa sobre fitato. Los estudios que combinan fitasa con enzimas degradadoras de polisacáridos no amiláceos reflejan esta lógica de “cócteles enzimáticos” orientados a diferentes barreras nutricionales [15].

No obstante, la combinación de enzimas no debe describirse como automáticamente sinérgica en todos los casos. La sinergia depende de sustratos presentes, pH, tiempo de contacto, procesamiento, especie y diseño de la dieta. En aplicaciones de piensos, los ensayos con cócteles de fitasa, xilanasas y proteasa muestran interés tecnológico, pero la interpretación debe mantenerse ligada a la composición concreta del alimento [16].

Beneficios industriales de la fitasa en alimentación animal

El beneficio más directo es mejorar la disponibilidad del fósforo vegetal. Al hidrolizar fitato, la fitasa libera fosfato inorgánico que puede contribuir a cubrir requerimientos del animal. Este mecanismo permite formular dietas con una valoración más precisa del fósforo presente en ingredientes vegetales y puede reducir el uso de fosfatos inorgánicos cuando el programa nutricional lo permite [1].

Un segundo beneficio es ambiental. Cuando el fósforo ligado al fitato no se aprovecha, aumenta la fracción excretada. En sistemas intensivos de aves y cerdos, la reducción de fósforo en excretas es un objetivo importante porque el exceso de fósforo puede contribuir a cargas ambientales en suelos y aguas. La fitasa se considera una herramienta práctica para mejorar la eficiencia de uso del fósforo y reducir pérdidas [9].

Un tercer beneficio es económico, aunque no debe presentarse como fijo. El ahorro potencial depende del precio de fosfatos minerales, materias primas, nivel de fitato, formulación de calcio y fósforo, desempeño animal y costo de la enzima. Los trabajos que aplican valores de matriz muestran que la rentabilidad se relaciona con formular la dieta para capturar los nutrientes liberados, no con añadir fitasa sin modificar la matriz nutricional [11].



Figure 6. 사료용 피타아제가 피테이트와 접촉해 인산을 방출하려면 혼합, 취급, 가공, 섭취 및 장내 조건을 거치는 동안 활성을 유지해야 합니다.

También existe un beneficio de flexibilidad. La fitasa facilita el uso de materias primas vegetales con fracciones de fósforo menos disponibles, lo que puede ampliar opciones de formulación en regiones donde se emplean subproductos agrícolas, salvados o harinas vegetales. Investigaciones en fermentación y producción enzimática con sustratos alternativos reflejan el interés de la industria por mejorar el aprovechamiento de recursos vegetales y subproductos ^[16].

Límites técnicos y expectativas realistas

La fitasa no corrige por sí sola una dieta mal formulada. Si la dieta tiene deficiencias de aminoácidos, energía, sodio, vitaminas, microminerales o problemas de calidad física, la liberación de fósforo no resolverá esas limitaciones. La enzima actúa sobre un sustrato específico —fitato y sus derivados— y su respuesta depende de que ese sustrato esté presente y accesible ^[4].

Tampoco todas las materias primas vegetales aportan la misma cantidad de fitato ni el mismo grado de fósforo hidrolizable. Cereales, salvados, leguminosas y oleaginosas difieren en localización del fitato, estructura de la matriz, granulometría y procesamiento previo. Por eso los estudios sobre fósforo hidrolizable por fitasa en ingredientes seleccionados son útiles para recordar que el “fósforo total” no describe completamente el valor nutricional ^[2].

Otro límite es la interacción con el procesamiento. Una enzima puede tener buen desempeño bioquímico en condiciones controladas, pero perder funcionalidad si el proceso de fabricación del pienso no protege su estructura. Esta consideración es especialmente importante en alimentos peletizados, donde el tratamiento térmico puede afectar enzimas sensibles ^[6].

Finalmente, la evidencia en rumiantes y especies no tradicionales debe interpretarse con cautela. Aunque la fitasa tiene una lógica bioquímica clara, la respuesta práctica depende de la fisiología digestiva. En monogástricos, el déficit de degradación endógena de fitato crea una oportunidad evidente; en rumiantes, la microbiota ya modifica el sustrato antes de la absorción intestinal [4].

Uso responsable del producto de Enzymes.bio

Enzymes.bio actúa como proveedor en línea de fitasa para aplicaciones de alimentación animal; no debe interpretarse como fabricante ni laboratorio. El producto se vende directamente en unidades de 1 kg, y la documentación de CoA y SDS se proporciona junto con el pedido para apoyar la trazabilidad documental y la manipulación segura del material .

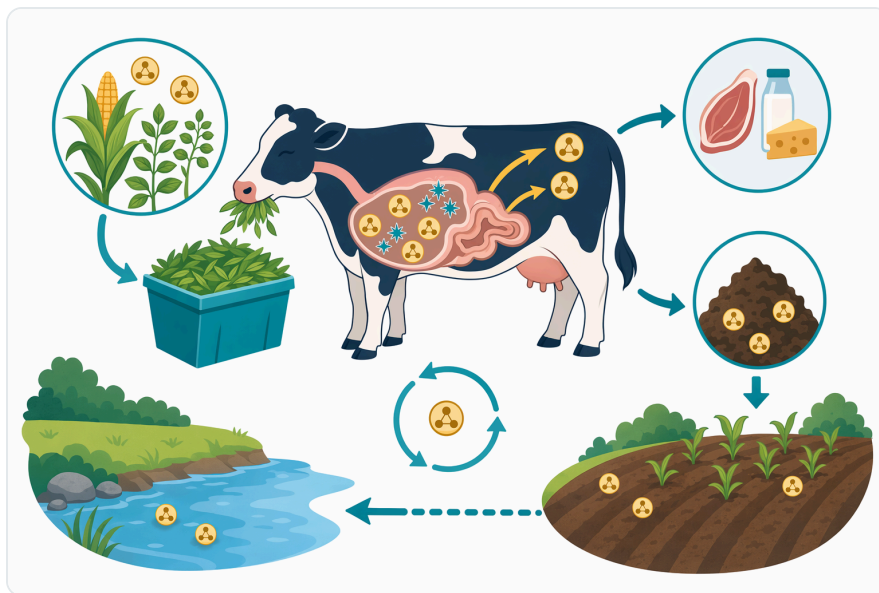


Figure 7. 방출되는 식물성 인을 고려해 사료를 배합하면, 피타아제는 분변으로 배출되는 미소화 인의 양을 줄일 수 있습니다.

Para uso profesional, la fitasa debe integrarse dentro de programas de formulación definidos por nutricionistas, tecnólogos de alimento o equipos responsables de producción animal. La enzima es especialmente pertinente en piensos con ingredientes vegetales ricos en fitato y en sistemas donde se busca mejorar la disponibilidad de fósforo, ajustar fosfatos inorgánicos y reducir excreción mineral sin comprometer desempeño [10].

La manipulación de enzimas en polvo o preparaciones concentradas requiere seguir la información de seguridad aplicable. Como ocurre con muchas proteínas enzimáticas, la exposición respiratoria o cutánea puede ser relevante para personal que manipula el producto, por lo que la SDS incluida con el pedido debe guiar las medidas de manejo, almacenamiento y protección en el entorno de trabajo [12].

Conclusión técnica

La fitasa es una enzima clave en alimentación animal porque convierte una fracción del fósforo vegetal ligado al fitato en fósforo más utilizable. Su mecanismo es concreto: hidrólisis secuencial de los grupos fosfato de IP6, reducción de inositol fosfatos altamente cargados y disminución del potencial antinutricional asociado a complejos con minerales y proteínas ^[1].

La evidencia práctica es más sólida en pollos, gallinas, pavos y cerdos, donde la baja degradación endógena del fitato limita el aprovechamiento de fósforo de cereales, oleaginosas y leguminosas. En rumiantes, la aplicación debe evaluarse con más prudencia porque el rumen ya aporta degradación microbiana, aunque pueden existir contextos específicos donde la fitasa forme parte de una estrategia mineral más amplia ^[4].

Para compradores B2B, la lectura correcta es que la fitasa no es un aditivo genérico, sino una herramienta de formulación. Cuando se integra con una matriz nutricional coherente, balance preciso de calcio y fósforo, control del procesamiento y selección adecuada de ingredientes, puede contribuir a piensos más eficientes, menor dependencia de fósforo inorgánico y menor excreción de fósforo no aprovechado ^[5].

Pedir Phytase Enzyme For Poultry Feed - Livestock Ruminant Animals Feed Enzymes 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 Phytase Enzyme For Poultry Feed - Livestock Ruminant Animals Feed Enzymes →](#)

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. Lei, X., Weaver, J. D., Mullaney, E., Ullah, A., & Azain, M. (2013). Phytase, a new life for an "old" enzyme. *Annual Review of Animal Biosciences*, 1, 283-309 .
2. Canceran, N. M., & Angeles, A. (2024). Determination of Phytase-hydrolyzable Phosphorus in Selected Animal Feed Ingredients by In Vitro Digestion Method. *The Philippine journal of science*.

3. Erpel, F., Restovic, F., & Arce-Johnson, P. (2016). Development of phytase-expressing chlamydomonas reinhardtii for monogastric animal nutrition. *BMC Biotechnology*, 16.
4. Kryukov, V., Glebova, I., & Zinoviev, S. V. (2021). Reevaluation of Phytase Action Mechanism in Animal Nutrition. *Biochemistry (Moscow)*, 86, S152 - S165.
5. Letourneau-Montminy, M., Schlegel, P., Crenshaw, T. D., Angel, R., & Narcy, A. (2025). 33 Award Talk: Precision calcium and phosphorus nutrition in pigs and poultry. *Journal of Animal Science*.
6. Henninger, C., Hoferer, M., Ochsenreither, K., & Eisele, T. (2023). Cross-linked phytase aggregates for improved phytate degradation at low pH in animal feed. *European Food Research and Technology*, 249, 2377-2386.
7. Sabu, A., Sarita, S., Pandey, A., Bogar, B., Szakács, G., & Soccol, C. (2002). Solid-state fermentation for production of phytase by Rhizopus oligosporus. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 102-103, 251-260.
8. Naghdi, E., Moosavi-Nejad, Z., Goudarzi, B. G., & Soudi, M. (2023). Phytate-Induced Dose-Response Auto-Activation of Enzyme in Commercial Recombinant Phytase From Escherichia coli. *Iranian Journal of Biotechnology*, 21, e3315 - e3315.
9. Kananykhina, O., & Turpurova, T. (2025). PHYTASE AS A FACTOR IN PHOSPHORUS ABSORPTION. *Grain Products and Mixed Fodder's*.
10. 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*.
11. 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.
12. Oketch, E. O., & Heo, J. M. (2025). Prospects of feed additive incorporation in laying hen diets: a narrative review of principal biological effects and recent developments. *Journal of Animal Science and Technology*, 68, 50 - 71.
13. Lambo, M. T., Ma, H., Zhang, H., Song, P., Mao, H., Cui, G., Dai, B., ... et al. (2023). Mechanism of action, benefits, and research gap in fermented soybean meal utilization as a high-quality protein source for livestock and poultry. *Animal Nutrition*, 16, 130 - 146.
14. Rachmawati, D., Yuniarti, T., Nurhayati, D., & Haditomo, A. H. C. (2024). Effects of Phytase Enzyme Supplementation on Protein Digestibility, Efficiency of Feed Utilization, Growth and Carcass Protein Content of Tambaqui (Colossoma macropomum). *Journal of Advances in Food Science & Technology*.
15. Oliveira Simas, A. L., Glienke, N. N., Melo Santana, Q., Vargas, I. P., Galeano, R. M. S., Kiefer, C., Souza Nascimento, K. M. R., ... et al. (2025). Biochemical characterization of phytase and xylanase produced by Aspergillus japonicus using alternative carbon sources and in vitro hydrolysis of animal feed by the enzyme cocktail. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*.
16. Oliveira Simas, A. L., Alencar Guimarães, N. C., Glienke, N. N., Galeano, R. M. S., Sá Teles, J. S., Kiefer, C., Souza Nascimento, K. M. R., ... et al. (2024). Production of Phytase, Protease and Xylanase by Aspergillus niveus with Rice Husk as a Carbon Source and Application of the Enzymes in Animal Feed. *Waste and Biomass Valorization*, 15, 3939 - 3951.

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.