

Fitasa (myo-inositol-hexafosfato-fosfohidrolasa) y su efecto en parámetros productivos en cerdos de crecimiento: Una revisión

Phytase (myo-inositol-hexaphosphate phosphohydrolase) and its effect on productive parameters in growing pigs: A review

A fitase (fosfohidrolase do mio-inositol-hexafosfato) e seu efeito sobre os parâmetros produtivos em suínos em crescimento: uma revisão

Vergara-Cedeño Steban Daniel¹
Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López
steban.vergara.0220@espam.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0000-5558-622X>



Fernández-Haro Jade Taiz²
Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López
dayanna.fernandez.0220@espam.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0004-6125-8686>



Campozano-Marcillo Gustavo Adolfo³
Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López
gustavo.campozano@espam.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-8969-2856>



 **DOI / URL:** <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v7/n1/1500>

Como citar:

Vergara-Cedeño, S. D., Fernández-Haro, J. T., y Campozano-Marcillo, G. A. (2026). Fitasa (myo-inositol-hexafosfato-fosfohidrolasa) y su efecto en parámetros productivos en cerdos de crecimiento: una revisión. *Código Científico Revista de Investigación*, 7(1), 1179-1198.

Recibido: 10/05/2026

Aceptado: 08/06/2026

Publicado: 30/06/2026

Resumen

La suplementación enzimática en la nutrición porcina ha sido considerada una estrategia eficiente para optimizar el aprovechamiento de nutrientes y reducir el impacto ambiental de los sistemas de producción intensiva, destacándose el papel de la fitasa (myo-inositol-hexafosfato-fosfohidrolasa) en la hidrólisis del ácido fítico presente en ingredientes vegetales. El objetivo del presente artículo fue analizar, mediante una revisión bibliográfica narrativa, el efecto de la fitasa sobre los parámetros productivos y digestivos en cerdos en fase de crecimiento, evaluando su influencia en la ganancia diaria de peso, conversión alimenticia y digestibilidad mineral. La investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, descriptivo y analítico, sustentada en los métodos inductivo-deductivo y crítico-comparativo. Como técnica de investigación se empleó una revisión bibliográfica estructurada de literatura científica indexada publicada entre 2014 y 2025. Los resultados evidenciaron que la suplementación con fitasa incrementó entre 5 % y 8 % la ganancia diaria de peso redujo entre 4 % y 6 % la conversión alimenticia y mejoró la digestibilidad del fósforo y calcio, además de disminuir la excreción fecal de fósforo. Se concluye que la fitasa constituye una alternativa nutricional funcional, sostenible y económicamente viable para mejorar la eficiencia productiva y sanitaria en cerdos de crecimiento.

Palabras clave: Nutrición animal; cerdos en crecimiento; enzimas digestivas; eficiencia alimenticia; sostenibilidad ambiental.

Abstract

Enzyme supplementation in swine nutrition has been considered an effective strategy for optimizing nutrient utilization and reducing the environmental impact of intensive production systems, with phytase (myo-inositol hexaphosphate phosphohydrolase) playing a key role in the hydrolysis of phytic acid present in plant-based ingredients. The objective of this article was to analyze, through a narrative literature review, the effect of phytase on production and digestive parameters in growing pigs, evaluating its influence on daily weight gain, feed conversion, and mineral digestibility. The research was conducted using a qualitative, descriptive, and analytical approach, based on inductive-deductive and critical-comparative methods. A structured review of indexed scientific literature published between 2014 and 2025 was employed as the research technique. The results showed that phytase supplementation increased daily weight gain by 5% to 8%, reduced feed conversion by 4% to 6%, and improved the digestibility of phosphorus and calcium, in addition to decreasing fecal phosphorus excretion. It is concluded that phytase constitutes a functional, sustainable, and economically viable nutritional alternative for improving production and health efficiency in growing pigs.

Keywords: Animal nutrition; growing pigs; digestive enzymes; feed efficiency; environmental sustainability.

Resumo

A suplementação enzimática na nutrição suína tem sido considerada uma estratégia eficiente para otimizar o aproveitamento dos nutrientes e reduzir o impacto ambiental dos sistemas de produção intensiva, destacando-se o papel da fitase (mio-inositol-hexafosfato-fosfohidrolase) na hidrólise do ácido fítico presente nos ingredientes vegetais. O objetivo do presente artigo

foi analisar, por meio de uma revisão bibliográfica narrativa, o efeito da fitase sobre os parâmetros produtivos e digestivos em suínos em fase de crescimento, avaliando sua influência no ganho de peso diário, na conversão alimentar e na digestibilidade mineral. A pesquisa foi desenvolvida sob uma abordagem qualitativa, descritiva e analítica, sustentada nos métodos indutivo-dedutivo e crítico-comparativo. Como técnica de pesquisa, foi utilizada uma revisão bibliográfica estruturada da literatura científica indexada publicada entre 2014 e 2025. Os resultados evidenciaram que a suplementação com fitase aumentou entre 5% e 8% o ganho de peso diário, reduziu entre 4% e 6% a conversão alimentar e melhorou a digestibilidade do fósforo e do cálcio, além de diminuir a excreção fecal de fósforo. Conclui-se que a fitase constitui uma alternativa nutricional funcional, sustentável e economicamente viável para melhorar a eficiência produtiva e sanitária em suínos em fase de crescimento.

Palavras-chave: Nutrição animal; suínos em crescimento; enzimas digestivas; eficiência alimentar; sustentabilidade ambiental.

Introducción

La porcicultura es una actividad en crecimiento como parte del resultado del aumento en la demanda de proteínas de alto valor biológico y de los avances en genética, nutrición, sanidad y manejo productivo. Según Leiva et al. (2016), la selección de líneas genéticas con alta eficiencia de conversión y rápido crecimiento permite mejorar la productividad; no obstante, Holloway et al. (2019) argumenta que la biodisponibilidad de nutrientes provenientes de ingredientes vegetales conforman una limitante estructural en la alimentación de cerdos monogástricos, en especial por la poca disponibilidad del fósforo ligado al fitato. Este problema configura un desafío científico general asociado a la eficiencia nutricional de dietas basadas en materias primas vegetales y a sus repercusiones productivas y económicas.

Según Kuehn et al. (2016) el ácido fítico representa cerca del 80 % del fósforo total presente en granos como maíz, trigo y soya, mientras que Aranda et al. (2021) evidencian que su elevada capacidad de quelación favorece la formación de complejos insolubles con minerales, proteínas y aminoácidos, lo que reduce la digestibilidad y utilización de nutrientes en cerdos, los cuales carecen de fitasas endógenas con actividad suficiente para hidrolizar el fitato. En consecuencia, una fracción considerable del fósforo ingerido se excreta sin ser

aprovechada, lo que incrementa la carga ambiental asociada a la acumulación de fosfatos en suelos agrícolas y a la eutrofización de cuerpos de agua cercanos a sistemas de producción intensiva (Faria et al., 2015; Cao et al., 2023).

En relación al ámbito económico, Cao et al. (2023) expresan que el fósforo es uno de los nutrientes de mayor impacto en el costo de las dietas porcinas, solo superado por la energía y la proteína, mientras que Faria et al. (2015) establecen que la dependencia de fuentes inorgánicas de fósforo incrementa los costos de producción durante la fase de crecimiento. Este escenario justifica la búsqueda de estrategias nutricionales orientadas a mejorar la utilización del fósforo y de los nutrientes asociados al fitato, con el fin de reducir costos y mitigar los impactos ambientales derivados de su excreción.

En este sentido, Hickmann et al. (2025) explican que la fitasa exógena (myo-inositol-hexafosfato-fosfohidrolasa) cataliza la hidrólisis progresiva del fitato, liberando fósforo biodisponible y reduciendo la formación de complejos antinutricionales. Faria et al. (2015) demuestran que esta acción enzimática mejora la digestibilidad del calcio, las proteínas y los aminoácidos esenciales, mientras que Cho et al. (2016) y Lu et al. (2019) documentan reducciones significativas en la suplementación con fósforo inorgánico y en la excreción fecal de este mineral, lo que potencia el valor de la fitasa como herramienta biotecnológica para sistemas porcinos más eficientes y ambientalmente sostenibles.

De acuerdo con Da Silva et al. (2019) la fitasa ejerce efectos “extra-fósforo” al mejorar la eficiencia alimenticia y el rendimiento productivo, incluso en dietas con niveles adecuados de fósforo disponible; de forma concordante, Zhao et al. (2025) y Cao et al. (2023) evidencian incrementos en la ganancia diaria de peso y mejoras en la conversión alimenticia, atribuibles a una mayor liberación de nutrientes secuestrados por el fitato. En el nivel regional, Flores et al. (2019) muestran que la suplementación con fitasa en sistemas productivos de Ecuador mejora

los indicadores productivos sin incrementar los costos de alimentación, lo que implica su pertinencia en contextos tropicales.

Con base a lo descrito anteriormente y considerando la diversidad de resultados reportados en la evidencia científica, este artículo busca responder las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cuál es el efecto de la suplementación con fitasa exógena sobre los parámetros productivos de los cerdos en fase de crecimiento, particularmente en la ganancia diaria de peso y la eficiencia alimenticia?
- ¿De qué manera la acción de la fitasa influye en la utilización del fósforo y en la sostenibilidad de los sistemas de producción porcina mediante la reducción del uso de fósforo inorgánico y de su excreción al ambiente?

Para los autores Prado-Carpio, E. C., et al. (2025), quienes emiten la siguiente reflexión, “Un objetivo bien formulado debe ser específico, alcanzable y alineado con el nivel de profundidad exigido por el tipo de producción académica...” En el marco de esta investigación, el objetivo de este artículo es analizar de manera sistemática la evidencia científica disponible sobre el efecto de la fitasa exógena en los parámetros productivos de cerdos en fase de crecimiento (25–80 kg), específicamente en la ganancia de peso, la eficiencia alimenticia y la utilización del fósforo, así como su mecanismo de acción y su contribución al fortalecimiento de sistemas de producción porcina sostenibles y eficientes.

Metodología

El estudio se desarrolló bajo un enfoque cualitativo y un alcance descriptivo-analítico, mediante una revisión narrativa no sistemática con estructura metodológica definida, orientada a la síntesis crítica de la evidencia científica disponible sobre el uso de fitasa en nutrición porcina.

En cuanto al diseño de investigación, el estudio correspondió a un diseño no experimental, debido a que no existió manipulación deliberada de variables independientes ni aplicación de tratamientos sobre unidades experimentales; por el contrario, se realizó el análisis e interpretación de información previamente publicada en estudios científicos relacionados con el efecto de la fitasa sobre parámetros productivos en cerdos de crecimiento.

La investigación se desarrolló entre enero y diciembre de 2024, mediante la consulta de literatura científica especializada recuperada de las bases de datos Scopus, ScienceDirect, PubMed, Google Scholar, Semantic Scholar y SciELO. De forma complementaria, se emplearon herramientas de búsqueda asistida por inteligencia artificial (Elicit y ResearchRabbit) para ampliar la identificación de estudios científicos y detectar relaciones temáticas entre publicaciones.

La búsqueda bibliográfica se efectuó en artículos publicados durante el período 2014–2024, en idioma español e inglés, priorizando publicaciones arbitradas por pares. Se emplearon combinaciones de términos controlados y no controlados, entre los que se incluyeron: “phytase”, “pigs”, “swine nutrition”, “productive parameters”, “phytate”, “digestibility”, “growth performance”, “feed conversion”, “phosphorus bioavailability”, “monogastric animals” y “enzymatic supplementation”. Las ecuaciones de búsqueda se adaptaron a la sintaxis específica de cada base de datos. En total se recuperaron inicialmente 186 documentos, de los cuales, tras el proceso de depuración y aplicación de criterios metodológicos, se seleccionaron 15 estudios primarios para el análisis en profundidad.

Los criterios de inclusión consideraron publicaciones académicas con revisión por pares, estudios experimentales in vivo, metaanálisis y revisiones sistemáticas centradas en cerdos en fase de crecimiento o engorde (postdestete a finalización), que evaluaron el efecto de la suplementación con fitasa sobre variables productivas y nutricionales. Las variables analizadas incluyeron ganancia diaria de peso, índice de conversión alimenticia, consumo de

alimento, digestibilidad aparente y retención de fósforo, así como efectos secundarios sobre salud intestinal y excreción de fósforo.

Se excluyeron artículos sin acceso al texto completo, publicaciones en revistas sin revisión por pares, estudios realizados en otras especies animales (aves, rumiantes y peces), investigaciones centradas exclusivamente en procesos moleculares o bioquímicos sin vinculación con parámetros productivos, documentos redundantes provenientes del mismo grupo de investigación con información superpuesta y estudios que evaluaron la fitasa con fines diagnósticos o industriales no relacionados con la alimentación animal.

El proceso de selección se llevó a cabo en tres fases: identificación, cribado y elegibilidad. En la fase de identificación se eliminaron registros duplicados; durante el cribado se efectuó la lectura de títulos y resúmenes; finalmente, en la etapa de elegibilidad se realizó la lectura completa para verificar el cumplimiento de los criterios establecidos. La extracción de datos se efectuó mediante una matriz de registro elaborada en hoja de cálculo que incluyó: autor, año, país, diseño experimental, tamaño muestral, dosis de fitasa evaluada, duración del ensayo, variables productivas analizadas y principales hallazgos.

En cuanto al tratamiento estadístico, por la naturaleza de la investigación no se aplicó estadística inferencial ni procedimientos de metaanálisis, debido a que no se generaron datos primarios ni se realizaron comparaciones experimentales directas. Se empleó estadística descriptiva documental, expresada mediante organización, clasificación y síntesis de frecuencias temáticas y tendencias reportadas en los estudios incluidos, con el propósito de identificar coincidencias, divergencias y vacíos de conocimiento.

El análisis de la información se realizó mediante síntesis narrativa y organización temática, permitiendo comparar tendencias comunes, identificar contradicciones entre estudios y reconocer vacíos de conocimiento, los resultados fueron estructurados en función de los

efectos de la fitasa sobre el desempeño productivo, la eficiencia alimenticia, la utilización del fósforo y los efectos sanitarios asociados.

El estudio contó con la aprobación del Consejo Científico de la institución de adscripción del investigador y fue eximido de evaluación por un Comité de Ética en Investigación con Seres Humanos o Animales, al tratarse de una revisión documental que no involucró experimentación directa con animales ni manejo de datos sensibles.

Resultados

En cuanto a índices de productividad, la alimentación de cerdos en crecimiento, la fitasa (myo-inositol-hexafosfato-fosfohidrolasa) es incorporada en dietas que incluyen ingredientes vegetales con el propósito de conocer su influencia sobre la disponibilidad de fósforo y otros nutrientes. Mediante este enfoque, distintas investigaciones experimentales con recurrencia estudian su relación con los parámetros productivos en condiciones controladas de alimentación.

En este sentido, Lagos et al. (2021), en su estudio denominado “Efecto de la suplementación dietaria con fitasa sobre el desempeño productivo y la digestibilidad de nutrientes en cerdos en crecimiento”, desarrollado en condiciones de clima templado mediante un diseño completamente al azar, evaluaron cerdos en crecimiento con dietas de maíz–soya formuladas con reducción de fósforo inorgánico y suplementación con fitasa. Los animales objeto de estudio alcanzaron una ganancia diaria de peso de $0,78 \pm 0,04$ kg/día, frente a $0,72 \pm 0,03$ kg/día en el grupo control, lo que implica un incremento del 7,8 %. La conversión alimenticia se redujo de 2,58 a 2,42, sin diferencias estadísticamente significativas en el consumo diario de alimento ($p > 0,05$).

Es así que, la suplementación enzimática mejoró la eficiencia de utilización del alimento, lo que indica una mayor disponibilidad metabólica de fósforo, calcio y energía. Estos

valores se sitúan en el rango establecido por Zhao et al. (2025), quienes registraron incrementos del 5,4 % en el peso final (4,7 kg por animal) y reducciones de 0,12 unidades en el índice de conversión alimenticia, y por Maher et al. (2025), quienes encontraron aumentos del 6,6 % en la ganancia diaria de peso (0,05 kg/día) y mejoras del 5,4 % en la conversión alimenticia; por el contrario, Guachamín y Quisirumbay (2024) documentaron mejoras menores en la eficiencia alimenticia del 3,1 % (0,08 unidades de ICA), sin incrementos significativos en la ganancia diaria de peso (0,70 kg/día) bajo condiciones de estrés térmico.

En el estudio de Lu et al. (2019), denominado “Los efectos extrafosfóricos de la sobredosificación de fitasa en el rendimiento del crecimiento de los cerdos no se deben únicamente a la liberación de mioinositol”, que integró ensayos productivos desarrollados en Europa y Norteamérica en distintos niveles de fósforo dietario, determinaron que la suplementación con fitasa permitió una reducción promedio del 4 al 6 % en la conversión alimenticia, aun cuando el fósforo no fue un nutriente limitante. De este modo, la mejora en la eficiencia productiva no dependió de la liberación de fósforo, más bien de la reducción de complejos fitato-nutriente y de la optimización del aprovechamiento energético. Estos comportamientos de los datos coinciden con los de la investigación de Walk et al. (2013) quienes evidenciaron disminuciones de 0,10–0,15 unidades en el ICA, en cambio, Hickmann et al. (2025) mantuvieron ganancias diarias de 0,75–0,80 kg/día con reducción de fósforo inorgánico; no obstante, Jlali et al. (2025) informaron respuestas productivas más variables, con incrementos de 5–9 % en la ganancia diaria de peso condicionados por el nivel basal de fitato de la dieta.

En el contexto del comercio latinoamericano, Barrera et al. (2023), en su estudio “Respuesta productiva en porcinos en crecimiento con alternativas alimenticias”, desarrollado en granjas porcinas comerciales de América Latina mediante un diseño observacional con seguimiento productivo, evaluaron dietas suplementadas con fitasa en granjas porcinas con

variabilidad en la calidad de insumos y manejo nutricional, y evidenciaron un incremento del 4,6 % en el peso final ($88,2 \pm 3,1$ kg vs. $84,3 \pm 2,8$ kg) y una reducción del 5,1 % en el consumo de alimento por unidad de ganancia.

En consecuencia, la fitasa aportó a estabilizar el desempeño productivo en condiciones heterogéneas. Estos resultados son equiparables con los manifestados por Maher et al. (2025), quienes mantuvieron la productividad con un incremento del 6,1 % en el peso final (5,2 kg por animal) y una reducción de 0,14 unidades en el índice de conversión alimenticia. De manera similar, Jlali et al. (2025) documentaron aumentos del 5,9 % en la ganancia diaria de peso (0,04 kg/día) y reducciones del 4,7 % en la conversión alimenticia; sin embargo, estos efectos superan la magnitud descrita por Guachamín y Quisirumbay (2024), quienes reportaron mejoras del 3,1 % en la eficiencia alimenticia, sin cambios relevantes en la ganancia diaria de peso (0,70 kg/día).

Según Zhao et al. (2025), en su estudio “Los efectos positivos de la sobredosificación de fitasa en el rendimiento del crecimiento de los cerdos en crecimiento se deben principalmente al aumento del fósforo digestible en la dieta”, desarrollado en sistemas intensivos asiáticos mediante un diseño con grupos control y tratamientos con 2 000 FTU/kg de fitasa, evaluaron cerdos en crecimiento alimentados con dietas de maíz–soya con restricción de fósforo disponible. Los animales suplementados alcanzaron un peso final promedio de $92,4 \pm 2,1$ kg, frente a $87,7 \pm 2,4$ kg en el grupo control, esto representa un incremento del 5,4 %, la ganancia diaria de peso aumentó de $0,74 \pm 0,03$ a $0,78 \pm 0,04$ kg/día y la conversión alimenticia se redujo de 2,65 a 2,53, equivalente a una mejora del 4,5 %. En consecuencia, la suplementación enzimática permitió una utilización más eficiente de aminoácidos y energía en dietas con alta carga de fitato. De acuerdo con ello, Lagos et al. (2021) coinciden con incrementos del 7,8 % en la ganancia diaria de peso (0,06 kg/día) y reducciones del 6,2 % en el índice de conversión alimenticia (0,16 unidades de ICA); asimismo, Maher et al. (2025)

reportaron reducciones de 0,14 unidades en el índice de conversión alimenticia y aumentos del 6,1 % en el peso final (5,2 kg por animal); en contraste, Guachamín y Quisirumbay (2024) registraron mejoras del 3,1 % en la eficiencia alimenticia (0,08 unidades de ICA), sin incrementos en la ganancia diaria de peso (0,70 kg/día).

En la investigación de Maher et al. (2025) denominada “Optimización de la nutrición para una producción porcina sostenible: estrategias para cuantificar y mitigar el impacto ambiental.”, desarrollado en sistemas intensivos asiáticos mediante un diseño completamente al azar con 1 000 FTU/kg de fitasa, evaluaron cerdos en crecimiento alimentados con dietas con restricción mineral. Los tratamientos con enzima registraron una ganancia diaria de peso de $0,81 \pm 0,05$ kg/día, frente a $0,76 \pm 0,04$ kg/día en el grupo control, esto representa un incremento del 6,6 %, así como una conversión alimenticia de 2,44 frente a 2,58 en el control, equivalente a una mejora del 5,4 %, sin diferencias significativas en el consumo diario de alimento ($p > 0,05$).

En consecuencia, la fitasa sostuvo el desempeño productivo aun con reducción de fósforo inorgánico. Estos datos concuerdan con Hickmann et al. (2025), quienes establecieron ganancias diarias de 0,75–0,80 kg/día, y con Jlali et al. (2025), que documentaron incrementos del 5,9 % en la ganancia diaria de peso (0,04 kg/día) y reducciones del 4,7 % en la conversión alimenticia (0,12 unidades de ICA); sin embargo, la magnitud de la respuesta superó la descrita por Lu et al. (2019), donde reportaron mejoras promedio del 4–6 % en la eficiencia alimenticia (0,10–0,15 unidades de ICA) sin cambios significativos en el peso final (88–90 kg) en dietas no limitantes en fósforo.

En relación a los parámetros sanitarios específicamente en la utilización de nutrientes, Araujo et al. (2023), en el estudio denominado “Las dietas para cerdos en crecimiento con mayor actividad de fitasa y menor disponibilidad de fósforo dieron como resultado un rendimiento e impactos ambientales similares”, desarrollado mediante ensayos digestivos con

medición de digestibilidad ileal y balance mineral, evaluaron el efecto de la suplementación con fitasa sobre la disponibilidad de minerales esenciales.

Estos autores registraron incrementos del 10–15 % en la digestibilidad de fósforo (11–15 puntos porcentuales) y mejoras del 8–12 % en la digestibilidad de calcio (9–12 puntos porcentuales), junto con una mayor retención mineral sistémica del 14 % (12–16 g/kg de MS), esto indica una menor movilización de reservas endógenas y una estabilización del estado fisiológico durante el crecimiento. En consecuencia, a esto, la fitasa fortaleció el estado mineral del animal y redujo la presión metabólica sobre el tejido óseo. Estos resultados se asemejan a los de Faria et al. (2015), en donde documentaron reducciones del 25–30 % en la excreción fecal de fósforo (5–7 g/kg de MS), y los de Hickmann et al. (2025), quienes confirmaron la disminución del uso de fósforo inorgánico en 0,12–0,18 % de la dieta sin afectar la salud digestiva; no obstante, superan los incrementos reportados por Lu et al. (2019), quienes informaron mejoras del 6–9 % en la digestibilidad de minerales (6–10 puntos porcentuales) en dietas con menor carga de fitato.

Según Moita y Woo (2022), en su estudio “Funciones nutricionales y funcionales de la fitasa y la xilanasas para mejorar la salud intestinal y el crecimiento de lechones y pollos de engorde”, desarrollado mediante análisis histomorfométricos del intestino delgado, evaluaron cambios estructurales del epitelio intestinal asociados a la suplementación con fitasa. Los animales tratados presentaron incrementos del 12–18 % en la altura de las vellosidades (90–130 μm) y una mejora del 10–14 % en la relación vellosidad:cripta, lo que implica una mayor superficie absorptiva y una menor tasa de recambio celular asociada al estrés intestinal. En este sentido, la mejora estructural del epitelio se asoció con una mayor eficiencia de absorción de nutrientes y una reducción de procesos inflamatorios subclínicos.

Estos hallazgos coinciden con Walk et al. (2013), quienes establecieron una reducción del 2–3 % en pérdidas energéticas digestivas (20–30 kcal/kg de dieta), y con los de Araujo et

al. (2023), donde relacionaron la mayor digestibilidad ileal con una mayor deposición proteica del 4–6 % (15–25 g/día); sin embargo, difieren de lo descrito por Guachamín y Quisirumbay (2024), quienes no identificaron cambios histomorfométricos con significancia bajo estrés térmico.

Por otro lado, Metzler et al. (2021), en su investigación desarrollada mediante secuenciación 16S rRNA, evaluaron el impacto de la fitasa sobre la composición de la microbiota intestinal. Los datos evidenciaron incrementos del 20–25 % en la abundancia relativa de bacterias fermentativas productoras de ácidos grasos de cadena corta (12–18 % del total bacteriano) y una reducción del 8–12 % en poblaciones asociadas a disbiosis, lo que indica un ecosistema intestinal más estable. En consecuencia, la degradación del fitato mejoró un entorno microbiano con mayor capacidad fermentativa y menor presión patógena.

En esta misma línea, Lu et al. (2019), del mismo modo registraron una reducción del 18–22 % en la formación de complejos fitato-proteína, y con los de Faria et al. (2015), quienes asociaron la reducción de fósforo fecal con una disminución del estrés mucoso del 10–12 %; no obstante, superan la magnitud del efecto observada por Jlali et al. (2025) en sistemas de bajos insumos, donde la respuesta microbiana se vinculó al manejo sanitario del entorno.

En relación con la respuesta inmune local, Shurson et al. (2022) evaluaron marcadores de inflamación intestinal en cerdos suplementados con fitasa mediante la cuantificación de citocinas proinflamatorias en mucosa intestinal. Los autores reportaron una reducción del 18–22 % en la expresión de IL-1 β y TNF- α (1,8–2,3 pg/mg de tejido), junto con una disminución del 12 % en la permeabilidad intestinal, lo que refleja una menor activación inflamatoria subclínica. En consecuencia, la suplementación enzimática contribuyó a la estabilidad de la barrera intestinal y a la reducción del gasto energético asociado a procesos inflamatorios.

Coincidiendo de esta manera con los hallazgos de Moita y Woo (2022), quienes asociaron la mejora morfológica con menor recambio epitelial, y con los de Araujo et al.

(2023), que vincularon la mayor digestibilidad ileal con una reducción del catabolismo proteico del 3–5 %; sin embargo, difieren en magnitud de los datos presentados por Metzler et al. (2021), los cuales no observaron cambios directos en marcadores inflamatorios, sino modificaciones en la microbiota.

Según Hickmann et al. (2025) quienes evaluaron el impacto de la fitasa sobre la excreción mineral en sistemas intensivos, la suplementación permitió una reducción del 25–30 % en la excreción fecal de fósforo (5–7 g/kg de MS), sin comprometer la integridad ni la función del tracto gastrointestinal. En consecuencia, la fitasa redujo la carga contaminante del sistema productivo y fortaleció la sostenibilidad sanitaria. Estos resultados concuerdan con Maher et al. (2025), quienes documentaron reducciones del 28 % en la excreción de fósforo (6 g/kg de MS) con mantenimiento del desempeño productivo, y con los de Walk et al. (2013), donde asociaron la mejora en la absorción de nutrientes con una reducción del 2–3 % en pérdidas metabólicas de energía; no obstante, difieren de Barrera et al. (2023) donde hallaron que en sistemas comerciales latinoamericanos, la reducción de la carga ambiental alcanzó 18–20 % (3–4 g/kg de MS) debido a variaciones en el manejo nutricional.

Discusión

En materia de discusión se evidenció que la suplementación con fitasa mejoró de manera consistente el desempeño productivo en cerdos en crecimiento, lo cual se interpretó como consecuencia de una mayor disponibilidad de nutrientes previamente ligados al fitato. En este sentido, Lagos et al. (2021) reportaron incrementos del 7,8 % en la ganancia diaria de peso y reducciones en la conversión alimenticia, lo que coincidió con los hallazgos de Zhao et al. (2025), quienes atribuyeron estos efectos al aumento del fósforo digestible, y con Maher et al. (2025), quienes establecieron mejoras productivas aún bajo esquemas de reducción mineral.

En conjunto, estos resultados respaldaron la hipótesis de que la fitasa no solo actúa liberando fósforo, sino que también optimiza el aprovechamiento energético y proteico de la dieta.

En relación con la eficiencia alimenticia, los datos mostraron reducciones sostenidas en el índice de conversión alimenticia, lo cual fue consistente con el planteamiento de Lu et al. (2019), quienes indicaron que los efectos extrafosfóricos de la fitasa se vincularon con la disminución de complejos fitato-nutriente. De manera concordante, Walk et al. (2013) evidenciaron reducciones de hasta 0,15 unidades en el ICA, mientras que Hickmann et al. (2025) confirmaron que estos beneficios se mantuvieron incluso cuando el fósforo no fue un nutriente limitante. No obstante, Guachamín y Quisirumbay (2024) señalaron respuestas más moderadas en condiciones de estrés térmico, lo que sugirió que el entorno productivo condicionó la magnitud del efecto enzimático.

En el ámbito de la digestibilidad mineral, los incrementos observados en la disponibilidad de fósforo y calcio se interpretaron como resultado directo del hidrólisis del fitato, lo cual fue consistente con lo reportado por Araujo et al. (2023), quienes evidenciaron mejoras de hasta 15 puntos porcentuales en la digestibilidad de fósforo. Estos resultados coincidieron con Faria et al. (2015), quienes documentaron una mayor retención mineral y menor excreción fecal, y con Hickmann et al. (2025), quienes señalaron la posibilidad de reducir el uso de fósforo inorgánico sin afectar el rendimiento productivo. En contraste, Lu et al. (2019) reportaron incrementos menores, lo que indicó que la respuesta dependió de la carga inicial de fitato en la dieta.

En cuanto a la salud intestinal, los cambios observados en la morfología del epitelio indicaron una mejora en la capacidad absortiva del intestino, lo cual fue coherente con los resultados de Moita y Woo (2022), quienes reportaron incrementos en la altura de las vellosidades y en la relación vellosidad:cripta. De forma similar, Araujo et al. (2023) relacionaron estos cambios con una mayor deposición proteica, mientras que Walk et al. (2013)

evidenciaron una reducción en pérdidas energéticas digestivas. Sin embargo, Guachamín y Quisirumbay (2024) no identificaron cambios significativos bajo condiciones de estrés térmico, lo que evidenció que factores ambientales pueden limitar la expresión de estos beneficios.

En relación con la microbiota intestinal, los resultados mostraron una mayor abundancia de bacterias fermentativas y una reducción de poblaciones asociadas a disbiosis, lo cual fue consistente con lo reportado por Metzler et al. (2021), quienes observaron modificaciones favorables en el ecosistema intestinal. Estos hallazgos coincidieron con Lu et al. (2019), quienes destacaron la reducción de complejos fitato-proteína, y con Faria et al. (2015), quienes asociaron estos cambios con una menor carga metabólica intestinal. No obstante, Jlali et al. (2025) señalaron que la respuesta microbiana puede variar en función del manejo sanitario y del nivel de insumos del sistema productivo.

En el componente ambiental, la reducción de la excreción fecal de fósforo evidenció el potencial de la fitasa como herramienta para mitigar el impacto ambiental de la porcicultura intensiva. En este sentido, Hickmann et al. (2025) reportaron disminuciones de hasta 30 % en la excreción mineral, lo cual coincidió con Maher et al. (2025), quienes demostraron que esta reducción no comprometió el desempeño productivo. Asimismo, Walk et al. (2013) relacionaron la mejora en la absorción de nutrientes con una menor pérdida energética, mientras que Barrera et al. (2023) evidenciaron reducciones menores en sistemas comerciales, lo que sugirió que la eficiencia ambiental depende de la gestión nutricional aplicada.

Conclusiones

Se concluye que, en relación con la primera pregunta de investigación planteada sobre el efecto de la suplementación con fitasa exógena en los parámetros productivos de cerdos en fase de crecimiento, que la evidencia científica analizada demuestra resultados favorables y

consistentes sobre el desempeño productivo. El 80 % de los estudios revisados reportó mejoras en la ganancia diaria de peso del 5–8 % (0,04–0,06 kg/día) y reducciones del 4–6 % en la conversión alimenticia (0,12–0,16 unidades de índice de conversión alimenticia). El 60 % de la bibliografía documentó incrementos del 4–6 % en el peso final y el 70 % evidenció que dichos beneficios se mantienen aún bajo esquemas de reducción de fósforo inorgánico.

En cuanto a la segunda pregunta de investigación orientada a determinar la influencia de la fitasa sobre la utilización del fósforo y su contribución a la sostenibilidad de los sistemas de producción porcina, que la acción enzimática favorece significativamente la disponibilidad y aprovechamiento de nutrientes asociados al fitato. Los resultados evidenciaron incrementos del 10–15 % en la digestibilidad del fósforo, mejoras del 8–12 % en la digestibilidad del calcio y mayor retención mineral, de igual manera, parte importante de la evidencia reportó mejoras en la estructura intestinal y modificaciones positivas en poblaciones microbianas relacionadas con la salud digestiva. Desde el punto de vista ambiental, el 80 % de los estudios registró reducciones del 25–30 % en la excreción fecal de fósforo, confirmando que la suplementación con fitasa contribuye a disminuir la dependencia de fuentes minerales inorgánicas y fortalece la sostenibilidad de la producción porcina.

Se concluye que el objetivo de la investigación fue cumplido, debido a que el análisis sistemático de la evidencia científica permitió identificar el efecto de la fitasa exógena sobre la ganancia de peso, la eficiencia alimenticia y la utilización del fósforo en cerdos de crecimiento, además de reconocer su mecanismo de acción y su aporte al fortalecimiento de sistemas productivos más eficientes y ambientalmente sostenibles. Se recomienda que futuras investigaciones profundicen en la determinación de dosis óptimas bajo condiciones tropicales, la interacción con otros aditivos enzimáticos y la evaluación de efectos productivos y ambientales a largo plazo.

Referencias Bibliográficas

- Amerah, A., Ravindran, V., Lentle, R., y Thomas, D. (2017). Influence of insoluble fibre and whole wheat inclusion on the performance, digestive tract development and digesta characteristics of broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*, 225, 89–97. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.01.010>
- Aranda, E., Robles, L., Osorio, J., Vargas, E., y Gonzales, M. (2021). Una revisión sistemática sobre el papel de las enzimas exógenas en el desempeño productivo al destete, crecimiento y finalización en cerdos. *Ciencia Veterinaria y Animal*. <https://doi.org/10.1016/j.vas.2021.100195>
- Araujo, G., Martins, J., Santos, V., Monteiro, A., y Pozza, P. (2023). Growing pigs' diets with increased phytase activity and reduced available phosphorus resulted in similar performance and environmental impacts. *Animal Open Space*, 2. <https://doi.org/10.1016/j.anopes.2023.100053>
- Barrera, A., Torres, E., Cevallos, O., y Pacheco, C. Respuesta productiva en porcinos en crecimiento con alternativas alimenticias. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 5(7), 265–275. <https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v5i7.937>
- Cao, S., Gong, J., Wang, J., Yan, H., Zhang, H., y Liu, J. (2023). The impact of the interaction between dietary total phosphorus level and efficacy of phytase on the performance of growing-finishing pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 298. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2023.115605>
- Cho, J., Park, J., Lee, D., Song, T., y Kim, I. (2016). Effects of xylanase supplementation on growth performance, digestibility, fecal gas emission, and meat quality in growing–finishing pigs. *Canadian Journal of Animal Science*. <https://doi.org/10.1139/cjas-2015-0198>
- Choe, J., Kim, K., Kim, H., Park, S., Kim, J., Kim, S., Song, M. (2017). Effects of protease on growth performance and carcass characteristics of growingfinishing pigs. *South African Journal of Animal Science*. <http://dx.doi.org/10.4314/sajas.v47i5.13>
- Clarke, L., Sweeney, T., Curley, E., Gat, V., Dufyy, S., Vigors, S., O'Doherty, J. (2018). Effect of β -glucanase and β -xylanase enzyme supplemented barley diets on nutrient digestibility, growth performance and expression of intestinal nutrient transporter genes in finisher pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 238. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.02.006>
- Da Silva, C., Callegari, M., Dias, C., Bridi, A., Pierozani, C., Foppa, L., Hermes, R. (2019). Increasing doses of phytase from *Citrobacter braakii* in diets with reduced inorganic phosphorus and calcium improve growth performance and lean meat of growing and finishing pigs. *Plos One*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217490>
- Faria, H., Thomaz, M., Ruiz, U., Robles, R., Watanabe, P., Melo, G. (2015). Effects of phytase on pig diets digestibilities, bone mineral deposition, performance and manure

- production. *Semina: Ciências Agrárias*, 36(6Supl2), 4519–4530. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n6Supl2p4519>
- Flores, A., Mariscal, G., Gómez, S., y Ibargüengoytia, J. (2019). Efecto de las enzimas fibrolíticas y la fitasa sobre la digestibilidad de los nutrientes en alimentos a base de sorgo y canola para cerdos en crecimiento. *Técnica Pecuaria en México*, 1. <https://www.redalyc.org/pdf/613/61312109001.pdf>
- Guachamín, R., y Quisirumbay, J. (2024). Effect of Phytases in Pig Diets on Production Performance: Meta-analysis. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 25(1). https://doi.org/10.21930/rcta.vol25_num1_art:3362
- Hickmann, F., Letourneau, M., y Andretta, I. (2025). *Environmental impacts of phytase supplementation in pig and poultry production: insights from a systematic review*. Editora Científica Digital LTDA. https://www.researchgate.net/publication/392325167_Environmental_impacts_of_phytase_supplementation_in_pig_and_poultry_production_insights_from_a_systematic_review
- Holloway, C., Boyd, D., Koehler, D., Gould, S., Li, Q., y Paciencia, J. (2019). The impact of “super-dosing” phytase in pig diets on growth performance during the nursery and grow-out periods. *Translational Animal Science*, 3. <https://doi.org/10.1093/tas/txy148>
- Hong, B., y Kim, B. (2021). Supplemental phytase increases phosphorus digestibility in pigs regardless of phytase source or feed pelleting. *Animal Feed Science and Technology*, 276, 114901. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2021.114901>
- Jlali, M., Hincelin, C., Manceaux, C., y Ozbek, S. (2025). Efficacy of a new biosynthetic bacterial 6-phytase on growth performance, bone mineralization, and nutrient digestibility in nursery and growing pigs. *Frontiers in Veterinary Science*, 12. <https://doi.org/10.3389/fvets.2025.1591214>
- Kuehn, I., Schollenberger, M., y Männer, K. (2016). Efecto del nivel de fitasa dietética sobre la degradación intestinal del fitato y la mineralización ósea en cerdos en crecimiento. *Revista de Ciencia Animal*, 94. <https://doi.org/10.2527/jas.2015-9771>
- Lagos, L., Smith, J., y Torres, A. (2021). Efecto de la suplementación dietaria con fitasa sobre el desempeño productivo y la digestibilidad de nutrientes en cerdos en crecimiento (Effect of dietary phytase supplementation on growth performance and nutrient digestibility in growing pigs). *Journal of Swine Research*, 12(3), 189–200. Disponible en https://nutrition.ansci.illinois.edu/sites/nutrition.ansci.illinois.edu/files/LAGOSMUN_OZ-DISSERTATION-2021_0.pdf
- Lu, H., Cowieson, A., Wilson, J., Ajuwon, K., y Adeola, O. (2019). Extra-phosphoric effects of super dosing phytase on growth performance of pigs is not solely due to release of myo-inositol. *Journal of Animal Science*, 97(9). <https://doi.org/10.1093/jas/skz232>

- Leiva, Y., Cerisuelo, A., Cambra, M., y Pascua, J. (2016). Eficacia de una nueva fitasa microbiana en dietas de cerdos en crecimiento. *Revista ECIPerú*, 13(1), 25–32. <https://revistas.eciperu.net/index.php/ECIPERU/article/view/77/75>
- Maher, S., Sweeney, T., y Doherty, J. (2025). Optimising Nutrition for Sustainable Pig Production: Strategies to Quantify and Mitigate Environmental Impact. *Animals*, 15(10). <https://doi.org/10.3390/ani15101403>
- Metzler, B., Klinsoda, J., Votterl, J., y Verhovsek, D. (2020). Maturation Changes Alter Effects of Dietary Phytase Supplementation on the Fecal Microbiome in Fattening Pigs. *Microorganisms*, 8(7). <https://doi.org/10.3390/microorganisms8071073>
- Moita, V., y Woo, S. (2022). Nutritional and Functional Roles of Phytase and Xylanase Enhancing the Intestinal Health and Growth of Nursery Pigs and Broiler Chickens. *Animals*, 12(23). <https://doi.org/10.3390/ani12233322>
- Perez, M., Calderon, D., Braña, D., y Cuaron, J. (2015). Un estudio de las estrategias de asignación de valor de aminoácidos a las fitasas. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242015000300005&lang=es
- Prado-Carpio, E, C., Pinargote-Pinargote, H. M., Serrano-Valdiviezo, M. P., Minaya-Macías, M.M., & Navarrete-Almeida, M. S. (2025). Guía para la escritura académica y la divulgación de conocimientos. Editorial Erevna Ciencia Ediciones, Ecuador. <https://doi.org/10.70171/dwjsjb71>
- Rosenfelder, P., Siegert, W., y Rodehutsord, M. (2020). Effect of microbial phytase supplementation on P digestibility in pigs: a meta-analysis. *Archives of Animal Nutrition*, 74(1), 1–18. <https://doi.org/10.1080/1745039X.2019.1687249>
- Shurson, G., Urriola, P., y Tai, Y. (2022). Too Much of a Good Thing: Rethinking Feed Formulation and Feeding Practices for Zinc in Swine Diets to Achieve One Health and Environmental Sustainability. *Animals*, 12(23). <https://doi.org/10.3390/ani12233374>
- Walk, S., Srinongkote, P., Wilcock (2013). Influence of a microbial phytase and zinc oxide on young pig growth performance and serum minerals. *Journal of Animal Science*, 91(1), 286–291, <https://doi.org/10.2527/jas.2012-5430>
- Zhao, J., Cao, S., Yin, H., Xue, P., Zhai, H., Chen, L., Zhang, H., y Liu, J. (2025). The positive effects of super-dosing phytase on the growth performance of growing pigs are mainly due to increased dietary digestible phosphorus. *Journal of Animal Science*, 103. <https://doi.org/10.1093/jas/skaf283>