

DEPÓSITO LEGAL ZU2020000153

ISSN 0041-8811

E-ISSN 2665-0428

Revista de la Universidad del Zulia

**Fundada en 1947
por el Dr. Jesús Enrique Lossada**



Ciencias del
Agro,
Ingeniería
y Tecnología

Año 17 N° 48

Enero - Abril 2026

Tercera Época

Maracaibo-Venezuela

Estrategias alternativas al uso de antibióticos durante la etapa postdestete en cerdos criados en sistemas de producción intensiva

Yadira Navas*

Gonzalo Aragadvay-Yungán**

Carlos Vásquez***

RESUMEN

Con el fin de promover la salud animal, se realizó una revisión sobre las estrategias alternativas al uso de antibióticos durante el postdestete en la producción porcina. Se hizo un análisis bibliométrico de artículos publicados en Scopus y Web of Science desde 2000 al 2025 usando VOSviewer y Bibliometrics. El incremento durante últimos cinco años en el número de artículos sugiere la relevancia del uso de alternativas como probióticos, prebióticos y fitobióticos. Los probióticos han mostrado eficacia en restaurar el equilibrio de la microbiota, fortalecer la barrera intestinal y modular la respuesta inmunitaria, mientras que los prebióticos favorecen la proliferación de bacterias beneficiosas y la producción de ácidos grasos de cadena corta. Los fitobióticos contribuyen a la mejora del rendimiento productivo y la salud intestinal debido a sus propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y antimicrobianas. No obstante, aún este tipo de estrategias se enfrenta a una serie de desafíos como la variabilidad en la composición de los fitobióticos y la necesidad de estandarizar dosis y combinaciones de compuestos bioactivos. El desarrollo de estas alternativas constituye una estrategia fundamental para reducir el uso de antimicrobianos en la alimentación animal, mejorar el bienestar animal y avanzar hacia sistemas de producción porcina más sostenibles.

PALABRAS CLAVE: Control de enfermedades, Producción, Salud pública, Terapia.

*Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Campus Querochaca. Cantón Cevallos, provincia de Tungurahua, Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-7187-1579>. E-mail: ynavas5852@uta.edu.ec

**Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Campus Querochaca. Cantón Cevallos, provincia de Tungurahua, Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7794-7775>. E-mail: rg.aragadvay@uta.edu.ec

***Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Campus Querochaca. Cantón Cevallos, provincia de Tungurahua, Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8214-3632>. E-mail: ca.vasquez@uta.edu.ec

Alternative Strategies to Antibiotic Use in the Post-Weaning Period of Pigs Under Intensive Production Systems

ABSTRACT

A comprehensive review was conducted on alternative strategies to antibiotic use to promote animal health during post-weaning in swine production. A bibliometric analysis was performed on articles published in Scopus and Web of Science between 2000 and 2025, using VOSviewer and Bibliometrix. The notable increase in publications over the past five years underscores the growing relevance of alternatives such as probiotics, prebiotics, and phytobiotics. Probiotics have demonstrated effectiveness in restoring microbial balance, enhancing the integrity of the intestinal barrier, and modulating immune responses. Prebiotics support the proliferation of beneficial bacteria and stimulate the production of short-chain fatty acids. Phytobiotics contribute to improved growth performance and intestinal health due to their antioxidant, anti-inflammatory, and antimicrobial properties. However, these alternative strategies still face several challenges, including variability in phytobiotic composition and the lack of standardized dosages and formulations of bioactive compounds. Advancing the development and implementation of these alternatives is essential to reduce antimicrobial use in animal feed, improve animal welfare, and transition toward more sustainable swine production systems.

KEYWORDS: Disease control, Production, Public health, Therapy.

Introducción

En sistemas comerciales de producción porcina, el destete constituye una de las fases más críticas en la vida de los lechones, puesto que, durante esta fase ocurren una serie de factores estresantes como la separación precoz de la cerda, la transición abrupta de una dieta líquida a una alimentación sólida y la exposición a nuevos entornos físicos (Bonetti et al., 2021). En conjunto, esto representa una sucesión de desafíos tanto fisiológicos como inmunológicos y microbiológicos, que afectan el consumo voluntario de alimento y, en consecuencia, disminuyen la ganancia de peso. Además, ocurre un desequilibrio en la microbiota intestinal, lo cual, junto con un sistema inmune deficiente, favorecen la aparición de trastornos entéricos, particularmente diarreas que incrementan la morbilidad y, en casos severos, la mortalidad de los lechones (Collins et al., 2017; Ortiz Sanjuán et al., 2024).

La diarrea postdestete es una enfermedad multifactorial en lechones, sin embargo, *Escherichia coli* enterotoxigénica ha sido señalada como el principal agente etiológico, por lo

que, con frecuencia requiere tratamiento profiláctico y metafiláctico, principalmente a base de productos antibióticos y/o óxido de zinc (ZnO) (He et al., 2022; Rhouma et al., 2017). En el 2010, se estimó que el consumo total de antibióticos para la producción de alimentos para animales fue de 63.151 ton a nivel mundial (Van Boeckel et al., 2015), y se proyecta que para 2030, su uso se incremente entre 104.079 a 107.472 ton (Acosta et al., 2025).

Esto ha generado preocupación debido a que el uso prolongado y, en muchos casos, indiscriminado de antibióticos en la producción porcina intensiva ha contribuido al desarrollo de resistencia a los antibióticos, lo cual puede causar daños a las personas que atienden a los cerdos o que viven en las proximidades de las granjas (Tiseo et al., 2020). Además, los productos alimenticios contaminados con este tipo de bacterias resistentes pueden causar problemas de salud pública (Ardakani et al., 2024; Freivogel & Visschers, 2020). Por lo tanto, se hace necesario el monitoreo del uso de antibióticos en producciones veterinarias con el fin de frenar el aumento de la resistencia mediante el desarrollo de programas de concientización sobre el manejo racional de este tipo de productos (Tiseo et al., 2020).

Así, ante la preocupación por la transmisión de bacterias resistentes de animales a humanos, la Unión Europea (UE) restringió el uso de antibióticos metafilácticos y prohibió su uso profiláctico desde 2022 (Comisión Europea, 2019). Esto provocó una disminución del 28% entre 2018 y 2022 en Europa, mientras que, en China, la disminución del uso de este tipo de productos alcanzó un 23% entre 2014 y 2020. Así mismo, en Estados Unidos, su uso como promotor de crecimiento en las dietas y el agua para cerdos mostró una tendencia a disminuir (European Medicines Agency, 2024).

En este contexto, el control de la diarrea postdestete constituye uno de los principales retos en la producción porcina intensiva, por lo que, la búsqueda de alternativas al uso de productos antibióticos está adquiriendo cada vez mayor relevancia como estrategia para preservar la salud intestinal de los lechones y asegurar un crecimiento eficiente y sostenible (Ortiz Sanjuán et al., 2024). Por ello, en el presente estudio se realizó un análisis de las estrategias para reducir o evitar el uso de antibióticos durante la etapa de transición en la producción porcina, con el fin de promover la salud y el rendimiento animal mientras se minimiza el riesgo de resistencia antimicrobiana.

1. Material y métodos

En este estudio se realizó un análisis bibliométrico de artículos publicados desde 2000 al 2025 sobre el uso probióticos, prebiótico y fitobióticos, como estrategias alternativas al uso de antibióticos durante la etapa postdestete en cerdos criados en sistemas de producción intensiva.

Para ello se realizó una búsqueda en las bases de datos Scopus y Web of Science, las cuales son reconocidas entre las bases de datos más adecuadas para realizar análisis bibliométricos (Chen et al., 2023). Para la selección de artículos se usaron los siguientes criterios de inclusión: estudios publicados entre 2001 y 2025; artículos publicados en revistas de investigación y escritos en inglés, español o portugués.

Se seleccionó el año 2001 puesto que, de acuerdo con la revisión exploratoria realizada en estas bases de datos, se encontró un incremento en el uso de estrategias alternativas a partir de esta fecha. La búsqueda fue realizada en abril de 2025, usando la siguiente fórmula de búsqueda: (pig* OR swine OR piglet* OR weaned pig*) AND (post-weaning OR postweaning OR "weaning period") AND ("antibiotic alternatives" OR "non-antibiotic strategies" OR "antimicrobial alternatives" OR "antibiotic-free" OR "essential oils" OR "organic acids" OR "feed additives"). Fueron encontrados 250 artículos durante la primera búsqueda y se redujo a 175 después de la normalización y elección de artículo de acceso abierto.

Se utilizó VOSviewer para la construcción de mapas bibliométricos de países, de autores basados en datos colaborativos y mapas de redes de palabras clave o mapas de referencia basados en datos de coocurrencia. Por otra parte, se utilizó Bibliometrics (R-Tool de R-Studio) combinado con Biblioshiny para realizar el análisis cartográfico científico.

2. Resultados y discusión

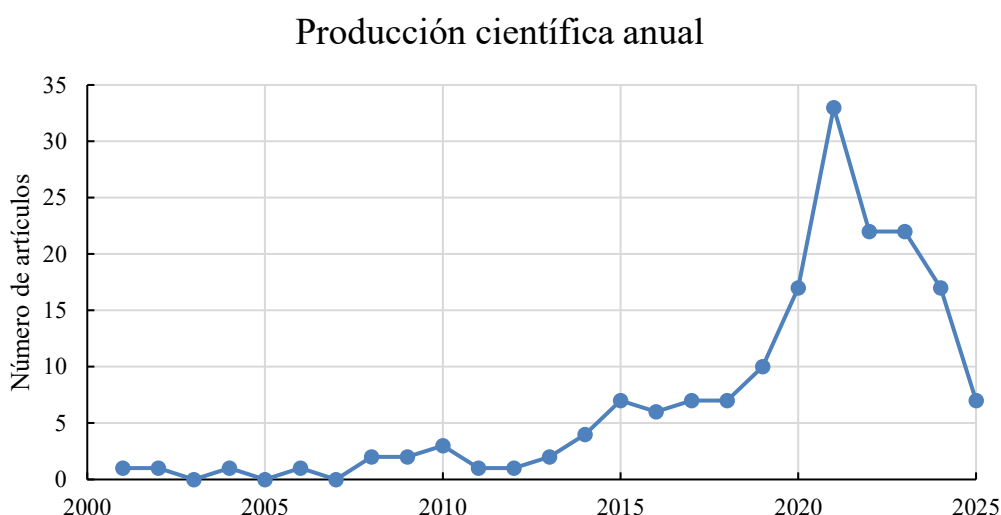
La revisión bibliométrica sobre las estrategias alternativas al uso de antibióticos durante la etapa postdestete en cerdos en sistemas de producción intensiva mostró un total de 60 revistas científicas donde se han publicado 174 documentos por 1,049 autores con un promedio de 28,61 citas por documento durante el período de análisis (2001-2025) (Fig. 1). Esto sugiere la importancia que ha adquirido el tema frente a la necesidad de resolver los problemas derivados del uso continuo e indiscriminado de antibióticos dentro de las producciones porcinas a nivel mundial. Adicionalmente, se determinó que, del total de

artículos, 33,91% son producidos con coautoría internacional, ratificando, no solo la relevancia de las investigaciones sobre estas estrategias a nivel global, sino también, la necesidad del intercambio continuo de conocimientos entre diferentes regiones del mundo, principalmente durante los últimos 5 años, cuando ha mostrado un mayor crecimiento en la producción científica, con una tasa de crecimiento anual de 8.45% (Fig. 2).

Figura 1. Datos generales sobre la producción general sobre estrategias alternativas al uso de antibióticos durante la etapa postdestete en cerdos a nivel mundial



Figura 2. Producción científica relacionada con estrategias alternativas al uso de antibióticos durante la etapa postdestete en cerdos durante el período 2000-2025



Adicionalmente, dentro del contexto de las estrategias alternativas al uso de antibióticos en cerdos durante la etapa de postdestete se encontró que las referencias con

mayor número de citas fueron: Suiryanrayna & Ramana (2015) y Pluske et al. (2018), las cuales aparecen como referencias importantes. También se citan trabajos clásicos como Partanen & Mroz (1999) sobre el uso de ácidos orgánicos en la alimentación de cerdos y Fairbrother et al. (2005) sobre el papel de *Escherichia coli* en la diarrea postdestete en cerdos y las estrategias de prevención salud animal (Fig. 3). Estos documentos son considerados una fuente de consulta relevante para temas relacionados con la nutrición, microbiota intestinal, salud intestinal y rendimiento productivo de cerdos en postdestete. En cuanto a los autores más importantes en esta temática, se incluyen a Pluske J.R., Kim J.C., O'Doherty J.V. y Sweeney T., que se consideran nodos centrales con múltiples vínculos, debido a sus aportes en la temática. Por otra parte, algunos autores aparecen vinculados a muchas referencias, lo que indica su liderazgo en líneas de investigación como salud intestinal postdestete, uso de ácidos orgánicos, prebióticos/probióticos y alternativas a los antibióticos. Por último, en la última columna se mencionan como descriptores o términos clave cuya mayor frecuencia indica las tendencias de investigación.

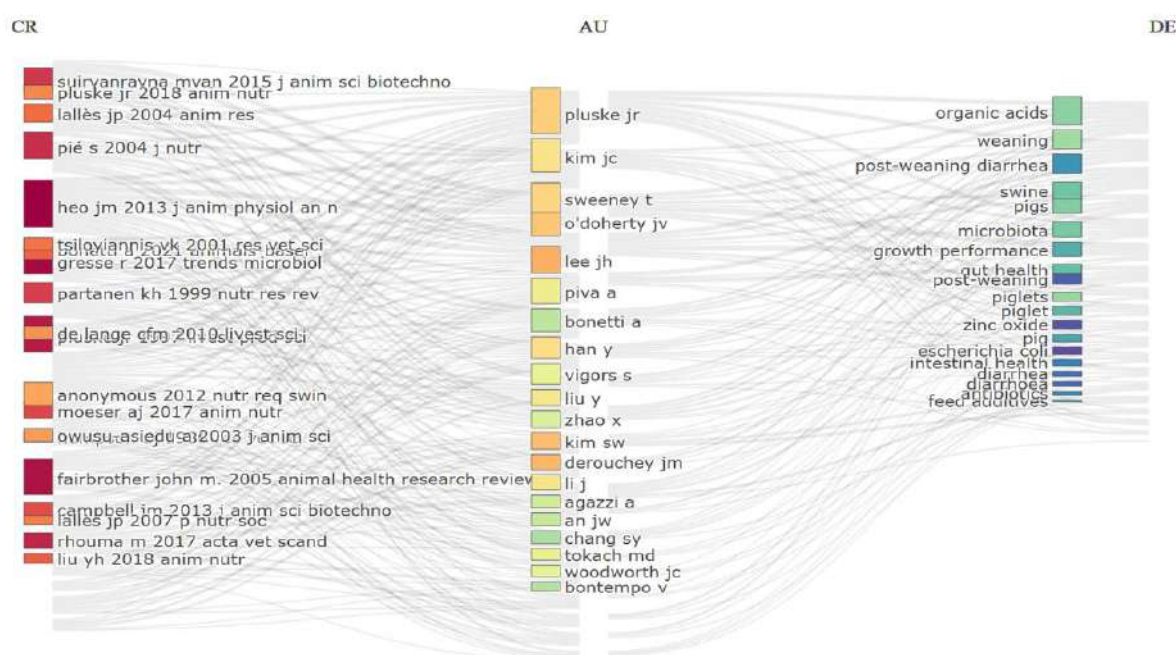


Figura 3. Diagrama de flujo tridimensional tipo Sankey mostrando las conexiones entre referencias bibliográficas (CR), autores (AU) y descriptores temáticos (DE), en el contexto de las estrategias alternativas al uso de antibióticos en cerdos durante la etapa de postdestete

Por otra parte, se encontró que de un total de 61 revistas científicas donde se han publicado artículos relacionados con el tema, las 10 principales fueron *Animals*, *Journal of Animal Science*, *Journal of Animal Science and Biotechnology*, *Plos One*, *Animal*, *Frontiers in Veterinary Science*, *Animal Nutrition*, *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* y *Scientific Reports*, debido al mayor número de artículos incluidos en sus volúmenes (Fig. 4). Además, la revista con mayor número de citas incluyó a *Journal of Animal Science* (Q1, Factor de impacto= 2,7), la cual ha tenido 1321 citas, ubicándola como la fuente más influyente y probablemente la que contiene un mayor número de investigaciones troncales en alimentación, salud intestinal, fisiología y crecimiento en cerdos postdestete. Otras revistas de alto impacto, tales como *Animal Feed Science and Technology* (Q1, Factor de impacto= 2,5), *Journal of Nutrition* (Q1, Factor de impacto= 3,7) y *Animal Nutrition* (Q1, Factor de impacto= 6,1) reflejan que los temas referidos a la nutrición animal como herramienta preventiva frente a enfermedades postdestete están incluidas dentro de su eje temático principal (Fig. 5). La inclusión de revistas con un enfoque temático más generalizado, tales como *PLOS One* y *Animals-Basel*, evidencia el enfoque interdisciplinario y abierto, con estudios que integran microbiología, bienestar animal y fisiología. Después de *J. Anim. Sci.*, el resto de las revistas presentan una distribución más homogénea (entre 200 y 400 citas), lo que indica un núcleo sólido de fuentes relevantes complementarias.

Figura 4. Revistas con mayor número de artículos publicados sobre tópicos relacionados con estrategias alternativas al uso de antibióticos en la etapa postdestete en cerdos criados en sistemas de producción intensiva

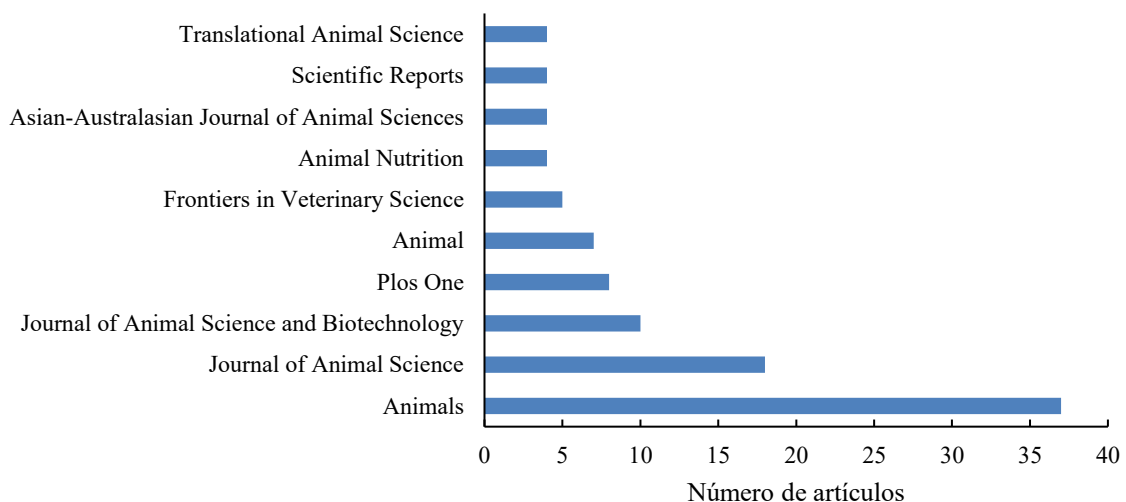
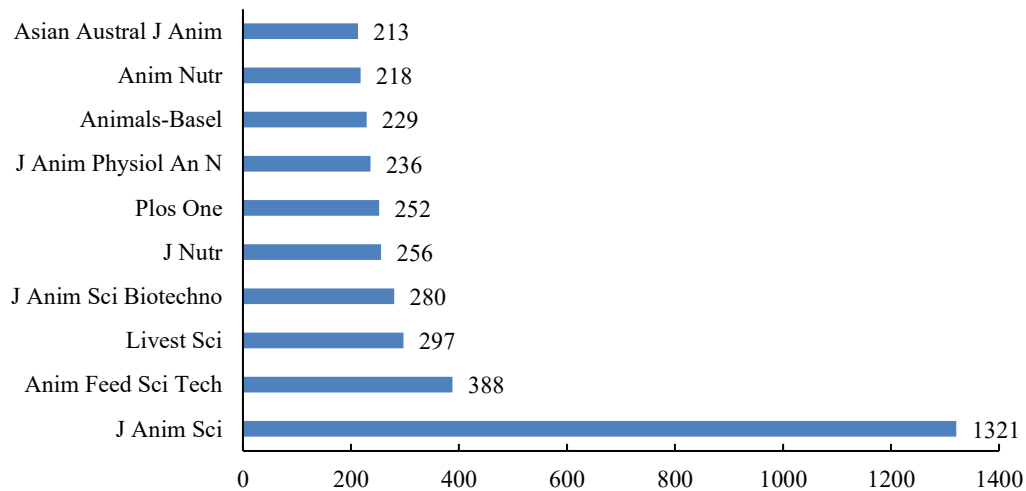
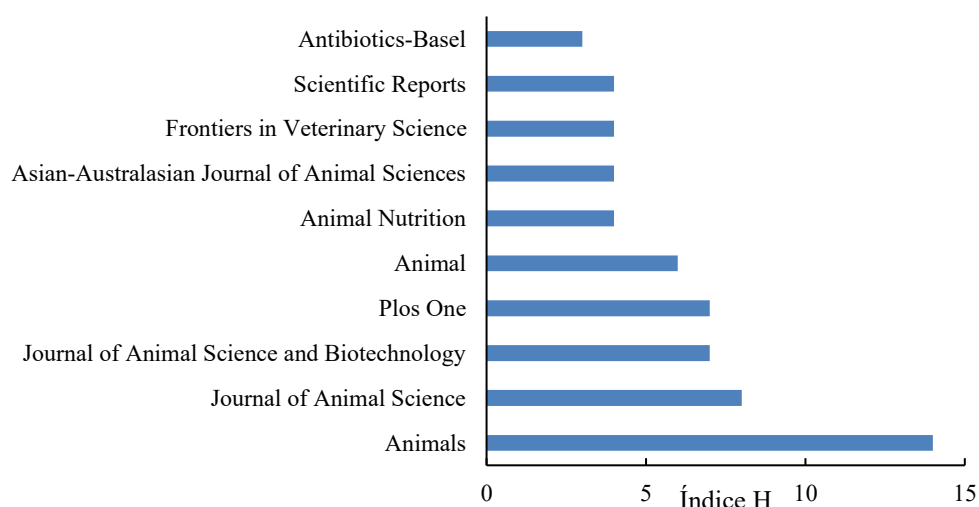


Figura 5. Fuentes locales más citadas



El índice H, uno de los indicadores usados para medir la calidad y el impacto de las fuentes bibliográficas, mostró variación entre las diferentes revistas que publicaron artículos relacionados con la salud intestinal de cerdos en postdestete, con los valores más altos exhibidos por las revistas como *Animals*, *Journal of Animal Science*, *Journal of Animal Science and Biotechnology*, *Plos One* y *Animal*, las cuales tienen un mayor impacto entre la comunidad científica relacionada con el manejo nutricional de cerdos (Fig. 6).

Figura 6. Impacto local de las fuentes según el índice H

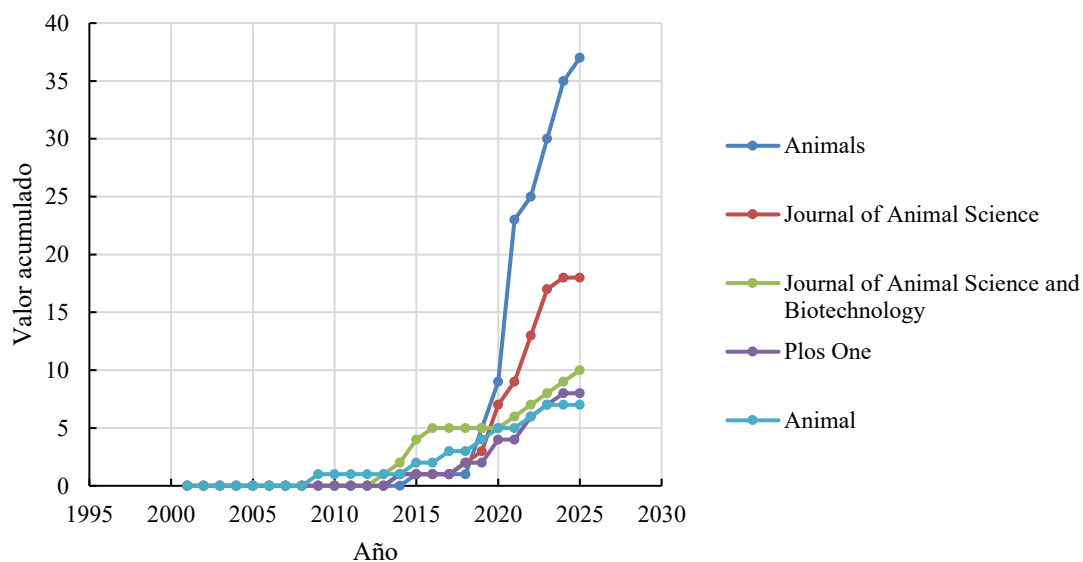


De forma concomitante, a partir del 2020 se observó un incremento en el número de publicaciones sobre estrategias alternativas al uso de antibióticos en la etapa de postdestete

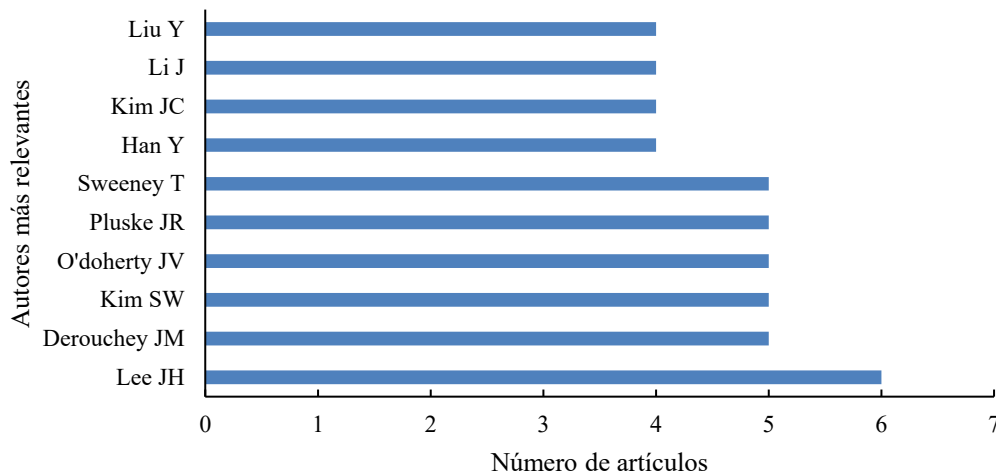
en cerdos (Fig. 7). Esto demuestra que existe un mayor interés por las investigaciones sobre otras alternativas diferentes al uso de antibióticos, que contribuyan a abordar el problema de la resistencia a antibióticos con más sostenibles en la producción porcina, principalmente en países donde existen regulaciones sobre el uso de antibióticos (Dewulf et al., 2022; Tatemoto et al., 2025). En tal sentido, la literatura revisada abarca una variedad de enfoques, incluyendo el uso de probióticos, prebióticos, fitobióticos como práctica para promover la salud intestinal.

Este aumento en la producción de literatura es un reflejo de la urgencia por desarrollar estrategias que garanticen la salud y el bienestar animal, sin comprometer la eficacia productiva (Hernández et al., 2024; Sung et al., 2025).

Figura 7. Producción de las revistas especializadas a lo largo del tiempo



El aumento significativo en la producción de artículos durante los últimos cinco años está relacionado con el interés de investigadores o grupos de investigadores para abordar nuevas temáticas que promuevan soluciones sustentables en el manejo de la diarrea en cerdos postdestete. Entre los autores con mayor número de artículos publicados se incluyen a Lee J.H. (6 artículos), Derouchey J.M., Kim S.W., O'doherty J.V., Pluske J.R. y Sweeney T. (5 artículos cada uno), Han Y., Kim J.C., Li J. y Liu Y. (4 artículos cada uno) (Fig. 8).

Figura 8. Lista de los autores con mayor número de artículos publicados relacionados con el uso de alternativas al uso de antibióticos en cerdos postdestete

Finalmente, los artículos relacionados con estas estrategias alternativas con mayor número de citaciones a nivel mundial se muestran en la tabla 1 y figura 9.

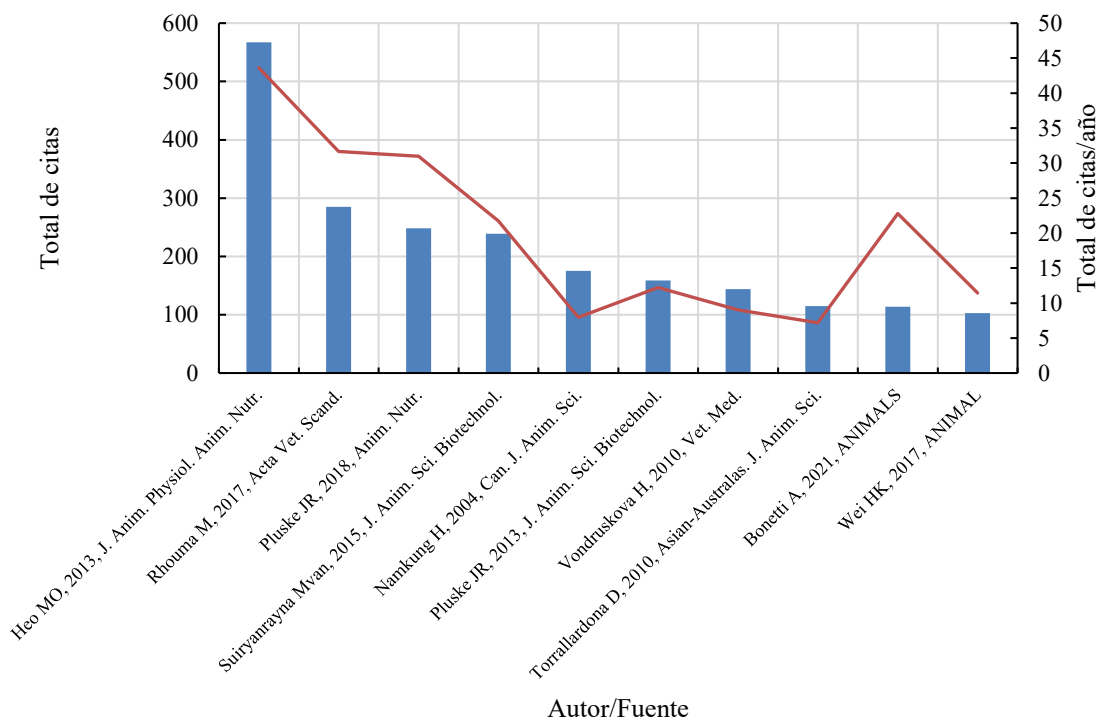
Figura 9. Documentos más citados a nivel mundial

Tabla 1. Artículos más citados sobre temas relacionados con las estrategias alternativas al uso de antibióticos en cerdos en postdestete

Datos del artículo	Título del artículo	Total de citas	Total de citas/año
Heo MO, 2013, J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. DOI: 10.1111/j.1439-0396.2012.01284.x	Gastrointestinal health and function in weaned pigs: a review of feeding strategies to control post-weaning diarrhoea without using in-feed antimicrobial compounds	567	43.6
Rhouma M, 2017, Acta Vet. Scand. DOI: 10.1186/s13028-017-0299-7	Post weaning diarrhea in pigs: risk factors and non-colistin-based control strategies	285	31.7
Pluske JR, 2018, Anim. Nutr. DOI: 10.1016/j.aninu.2017.12.004	Gastrointestinal tract (gut) health in the young pig	248	31.0
Suiryanrayna Mvan, 2015, J. Anim. Sci. Biotechnol. DOI: 10.1186/s40104-015-0042-z	A review of the effects of dietary organic acids fed to swine	239	21.7
Namkung H, 2004, Can. J. Anim. Sci. DOI: 10.4141/A04-005	Impact of feeding blends of organic acids and herbal extracts on growth performance, gut microbiota and digestive function in newly weaned pigs	175	8.0
Pluske JR, 2013, J. Anim. Sci. Biotechnol. DOI: 10.1186/2049-1891-4-1	Feed- and feed additives-related aspects of gut health and development in weanling pigs	159	12.2
Vondruskova H, 2010, Vet. Med. DOI: 10.17221/2998-VETMED	Alternatives to antibiotic growth promoters in prevention of diarrhoea in weaned piglets: a review	144	9.0
Torrallardona D, 2010, Asian-Australas. J. Anim. Sci. DOI: 10.5713/ajas.2010.70630	Spray Dried Animal Plasma as an Alternative to Antibiotics in Weanling Pigs - A Review -	115	7.2
Bonetti A, 2021, ANIMALS DOI: 10.3390/ani11030642	Towards Zero Zinc Oxide: Feeding Strategies to Manage Post-Weaning Diarrhea in Piglets	114	22.8
Wei HK, 2017, ANIMAL. DOI: 10.1017/S1751731116001397	A carvacrol-thymol blend decreased intestinal oxidative stress and influenced selected microbes without changing the messenger RNA levels of tight junction proteins in jejunal mucosa of weaning piglets	103	11.4

El artículo titulado *Gastrointestinal health and function in weaned pigs: a review of feeding strategies to control post-weaning diarrhoea without using in-feed antimicrobial compounds*, publicado por Heo et al. (2012), actualmente tiene un total de 567 citaciones con un promedio de 43,6 citas por año. En este artículo se señala una serie de estrategias alternativas, tales como el uso

de aditivos alimentarios (probióticos, prebióticos y fitobióticos) para contrarrestar el aumento en la mortalidad y morbilidad debido a la prohibición del uso de antibióticos en producciones porcinas. Además, señalan la modificación de la formulación de dietas para incluir ingredientes que promuevan una mejor digestión y absorción de nutrientes.

2.1. Uso de aditivos alimentarios (probióticos, prebióticos y fitobióticos)

2.1.1. Probióticos

El uso de probióticos se ha convertido en una estrategia clave para mejorar la salud intestinal de los lechones fundamentalmente por su capacidad para contrarrestar infecciones por microorganismos patógenos (Jiang et al., 2024). Los probióticos son hechos a base de microorganismos vivos que toleran la acción de los ácidos gástricos y las sales biliares del cerdo y que, al ser usados en cantidades adecuadas, promueven el crecimiento de la microbiota benéfica y consecuentemente mejoran la salud del animal (Heo et al., 2012). Entre los probióticos más ampliamente utilizados se incluyen bacilos, levaduras y bacterias ácido-lácticas como *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* y *Enterococcus* (Liao & Nyachoti, 2017).

Aunque los efectos de los probióticos en el tratamiento de la diarrea postdestete fueron resumidos por Su et al. (2022), el éxito de su uso depende del conocimiento de las interacciones entre los probióticos y la barrera intestinal y su efecto en el control de la diarrea postdestete (Tabla 2).

De acuerdo con Su et al. (2022), existen tres mecanismos mediante los cuales los probióticos pueden actuar en el control de la diarrea postdestete. Estos actúan en el equilibrio de la microbiota intestinal, la restauración de la integridad física y química del intestino y la modulación del sistema inmune intestinal.

El uso de probióticos promueve el equilibrio de la microbiota intestinal mediante el incremento del crecimiento de bacterias beneficiosas como *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*, a la vez que disminuye las poblaciones de *Escherichia coli*, un patógeno clave en la producción de diarreas en postdestete, fortaleciendo la primera línea de defensa microbiana del intestino. Este efecto ha sido demostrado con cepas como *Saccharomyces cerevisiae*, *Bacillus licheniformis*, *Lactobacillus johnsonii*, *L. plantarum*, *L. delbrueckii* y *Enterococcus faecalis* (Su et al., 2022).

Tabla 2. Efecto de los probióticos en el tratamiento de la diarrea en cerdos postdestete

Microorganismo (s)	Forma de uso	Efecto observado	Referencia
<i>Bacillus subtilis</i> KN-42	Suplementación en dieta por 28 días	↑ ganancia de peso, ↑ eficiencia alimenticia, ↓ <i>E. coli</i> y diarrea	Hu et al. (2014)
<i>Clostridium butyricum</i>	Dieta por 15 días + ETEC F4	Protección de vellosidades intestinales frente a ETEC F4	H. Li et al. (2021)
<i>Enterococcus faecalis</i>	Dieta por 28 días + probiótico (2,5x10 ⁹ UFC/kg)	↓ diarrea, ↑ crecimiento, ↑ <i>Lactobacillus</i> en heces	Hu et al. (2015)
<i>Lactobacillus zeae</i> , <i>Lactobacillus casei</i>	Harina de maíz y soja fermentada con <i>Lactobacillus</i> + 1 mL <i>Salmonella</i> (1x10 ⁶ UFC/mL)	↓ citoquinas proinflamatorias, ↓ infección por <i>Salmonella</i>	Hu et al. (2015)
<i>E. faecium</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>S. cerevisiae</i> , <i>Lactobacillus paracasei</i>	Dieta por 21 días con $\geq 1 \times 10^8$ CFU/g por cepa	↑ ácidos acético y propiónico fecales, ↑ crecimiento, ↓ significativamente la diarrea postdestete	Lu et al. (2018)
<i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Lactobacillus casei</i> , <i>Bifidobacterium thermophilum</i> , <i>Enterococcus faecium</i>	Dieta con probióticos por 25 días (0,25x10 ⁸ UFC/g de cada uno) + ETEC F18 (2x10 ⁹ UFC/g) el día 13 después del destete	↓ TNF- α , ↑ altura de vellosidades yeyunales y relación vellosidad:cripta	Sun et al. (2021)
<i>Lactobacillus delbrueckii</i>	Administración oral a dosis de 50x10 ⁸ UFC/mL a 1, 3, 7 y 14 días postnacimiento	↑ vellosidades intestinales, ↑ proteínas de uniones estrechas (TJ), ↓ diarrea (>50%)	Y. Li et al. (2019)
<i>Lactobacillus plantarum</i>	Administración oral (5x10 ¹⁰ UFC/kg) por 15 días + ETEC F4 (1x10 ⁸ UFC por cerdo)	↑ barrera intestinal, ↓ diarrea, ↑ expresión de genes TJ	Yang et al. (2014)
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Lechones de 14 días suplementados con probiótico (4,3x10 ⁹ UFC/g) en la dieta durante 21 días	↓ <i>E. coli</i> en íleon y ciego, ↑ SOD sérica y SIgA en mucosa yeyunal	Zhu et al. (2017)
<i>S. cerevisiae</i>	Suplementación por 14 días + ETEC F4	↓ diarrea diaria, ↓ duración de síntomas, ↑ IgA sérica	Trckova et al. (2014)
<i>S. cerevisiae</i> (productos de fermentación)	Suplementación por 8 días + ETEC F4	↑ consumo de alimento, ↓ <i>E. coli</i> adherido a la mucosa ileal	Kiarie et al. (2011)
<i>S. cerevisiae</i> var. <i>boulardii</i>	Suplementación por 16 días + LPS intravenoso	↑ 39.9% en ganancia diaria, ↓ 20% de mortalidad por LPS	Collier et al. (2011)

TNF- α = Factor de Necrosis Tumoral alfa; SOD= actividad de la enzima superóxido dismutasa; LPS= lipopolisacárido; ETEC= *Escherichia coli* enterotoxigénica

Además, los probióticos aumentan la producción de ácidos grasos de cadena corta (AGCC), que no solo disminuyen el pH intestinal, que contribuye con la eliminación de

patógenos, sino que también sirven como fuente energética para los enterocitos, fortaleciendo la barrera intestinal (Jia et al., 2025; Tang et al., 2020; Wang et al., 2021). Por otro lado, ciertas especies probióticas aerobias y anaerobias facultativas, como *Bacillus subtilis* y *S. cerevisiae*, ayudan a restablecer las condiciones anaeróbicas, limitando así la proliferación de *E. coli* y en consecuencia controla la diarrea (Barducci et al., 2024; Su et al., 2022).

Por otra parte, los probióticos contribuyen con el fortalecimiento de las células epiteliales del intestino de lechones postdestete (barrera mecánica) e incrementan la producción de moco por las células caliciformes, enzimas y otras sustancias protectoras (barrera química), lo que representa la primera línea de defensa contra el ingreso de bacterias y toxinas a la mucosa intestinal (H. Liu et al., 2017; Zhang et al., 2017). Algunos microorganismos patógenos, como *E. coli* enterotoxigénica (ETEC) pueden romper la integridad de la barrera al romper la mucina MUC2 mediante la acción de enzimas proteasas. Sin embargo, algunos probióticos como *Bacillus licheniformis*, *Bacillus subtilis* y *Lactobacillus reuteri* estimulan la expresión del gen *Atoh1*, lo que incrementa el número de células caliciformes que promueven la secreción de mucina y péptidos antimicrobianos como β -defensinas (pBDs), *Lyz1* y *PR-39*, fortaleciendo así la barrera mucosa (Zhang et al., 2017).

En cuanto a la barrera mecánica, probióticos a base de *Lactobacillus plantarum*, *L. frumenti* y *Clostridium butyricum* han demostrado que son capaces de restaurar la organización del citoesqueleto y la expresión de proteínas de unión, mejorando la integridad del epitelio intestinal y revertir los daños estructurales inducidos por las infecciones con ETEC. Además, algunas cepas, como *L. gasseri*, favorecen la absorción de fluidos y disminuyen la secreción intestinal, reduciendo la diarrea (Ra & Bang, 2024; W. Zhao et al., 2019; Zong et al., 2020).

Por último, los probióticos contribuyen con la modulación del sistema inmune intestinal debido a que los metabolitos secretados por estos microorganismos benéficos estimulan la producción de inmunoglobulina A secretora (sIgA) y de citoquinas proinflamatorias controladas, además de favorecer la diferenciación de células inmunitarias intestinales, fortaleciendo la capacidad de respuesta del sistema inmunológico contra infecciones por patógenos intestinales como *E. coli* enterotoxigénica (Jiang et al., 2024). Asimismo, los probióticos ayudan a proteger el epitelio intestinal del daño inflamatorio inducido por estos agentes infecciosos. Por tanto, su uso no solo contribuye al tratamiento de

la diarrea postdestete, sino que constituye una estrategia que puede mejorar la salud de los lechones postdestete.

2.1.2. Fitobióticos

Con relación al uso de fitobióticos o, también llamados fitogénicos, su uso está siendo recomendado como una alternativa para el manejo de los problemas relacionados con el destete en cerdos, sin embargo, su mecanismo de acción no ha sido claramente establecido (Zeng et al., 2015). Los fitobióticos se definen como productos obtenidos a partir de plantas que contienen moléculas bioactivas, como terpenos, polifenoles y glucósidos, los cuales han mostrado efectos beneficiosos tales como la estimulación del sistema inmunitario, propiedades antiinflamatorias, antioxidantes y modulación de la microbiota intestinal (Y. Liu et al., 2013; Zheng et al., 2021) (Tabla 3).

De acuerdo con Madesh et al. (2025), el uso de aditivos fitobióticos como suplementos en la producción porcina ha mostrado resultados variable, lo que sugiere la necesidad de realizar estudios para determinar los niveles adecuados de inclusión, además de entender sus mecanismos de acción. Aunque inicialmente se atribuyó un efecto antimicrobiano, las investigaciones recientes han demostrado que estos compuestos también contribuyen con aumento de la conversión alimenticia debido al incremento de la digestibilidad y la secreción de jugos digestivos y enzimas, y favorecen cambios en la morfología intestinal (Steiner & Syed, 2015). Adicionalmente, promueven la estabilización de la microbiota intestinal, lo que contribuye con la reducción de la concentración de metabolitos nocivos y mejora el sistema inmune, permitiendo un ahorro de energía y mayor crecimiento muscular, traducándose en un mayor rendimiento del animal (Steiner & Syed, 2015). Esto demuestra que los compuestos fitobióticos proporcionan beneficios más allá de su acción antimicrobiana.

Los beneficios derivados del uso de los fitobióticos, junto con la rentabilidad y menor probabilidad de desarrollar resistencia, permiten sugerirlos como una alternativa sustentable al uso de los antibióticos promotores del crecimiento en la producción porcina.

Tabla 3. Efecto de los productos fitobióticos como suplemento alimenticio y manejo de diarrea en cerdos postdestete

Fitobiótico	Forma de uso	Efecto observado	Referencia
Se adicionó a la dieta basal 10 ppm oleorresina de <i>Capsicum</i> , ajo botánico o oleorresina de cúrcuma	Cerdos de 21 días de edad fueron individualizados en durante 15 días: 4 días. Fueron separados en dos grupos (con o sin desafío con <i>E. coli</i> F-18) y alimentados con las 4 dietas.	Los lechones alimentados con los extractos de plantas mostraron una disminución en el puntaje y la frecuencia de diarrea, así como en los marcadores inflamatorios TNF- α y haptoglobina. Además, se observó un aumento en la altura de las vellosidades ileales en el día 5.	Y. Liu et al. (2013)
Mezcla de hierbas, extractos de plantas y aceites esenciales de las familias Lamiaceae, Schisandraceae, Zingiberaceae y Fabaceae en lechones posdestete + 3,0x10 ¹⁰ UFC/lechón de <i>Escherichia coli</i> enterotoxigénica fimbriada F4 (F4-ETEC)	Se asignaron 30 lechones de 31 días a tres grupos: un control positivo (PC) que recibió colistina, un control negativo (NC) y un grupo tratado con PFA (1 g/kg). Tras la administración de 3,0x10 ¹⁰ UFC/lechón de F4-ETEC en el día 9, se observó que los lechones del grupo PC presentaron una mayor consistencia fecal en comparación con los grupos NC y PFA.	Reducción del porcentaje de lechones que excretaban F4-ETEC entre los días 4 y 7 posterior al desafío en comparación con el grupo sin tratamiento, aunque fue menor que en el grupo que recibió colistina en los días 3 a 7. Además, se registró un aumento en el número de células caliciformes en el yeyuno de los lechones, pero no se observaron diferencias en el espesor del moco en el yeyuno.	Torres Pitarch et al. (2025)
Lechones destetados suplementados con aceite esencial microencapsulado que contenía timol (2%), carvacrol (5%) y cinamaldehído (3%)	Los lechones fueron separados en cuatro grupos: control (sin aditivos); con clortetraciclina (Chl), aceite esencial (AE) y aceite esencial microencapsulado (AEM). Los animales fueron alimentados <i>ad libitum</i> durante 28 días.	El aceite esencial microencapsulado redujo la incidencia de diarrea, aumento en las ganancias diarias de peso, mejoró la capacidad antioxidante, aumentó los niveles séricos de capacidad antioxidante total y glutatión peroxidasa. Redujo la expresión de genes relacionados con la inflamación ileal (IL-6, TNF- α y TGF- β 1) y aumentó los niveles de anticuerpos sIgA. Afectó la composición del microbioma intestinal. Afectó el metabolismo de la tirosina y la biosíntesis de ácidos biliares, mejorando la salud	Xu et al. (2024)

Se usó una mezcla comercial de aceites esenciales con 4,5 % de cinamaldehído, un 13,5 % de timol encapsulados en una matriz de maltodextrina.	Lechones destetados de 8,1 kg fueron asignados a tres dietas (dieta control sin antibióticos, dieta con antibióticos y dieta de aceite esencial (100 mg/kg) durante 28 días.	intestinal y absorción de nutrientes	Tian & Piao (2019)
Se ofrecieron dietas suplementadas con cinamaldehído (100 mg/kg), carvacrol (100 mg/kg) y sus mezclas (cinamaldehído+ carvacrol 50 mg/kg c/u)	Se evaluó el efecto sobre cerdos destetados durante 42 días. Se midió efecto sobre el rendimiento, salud intestinal, consumo de alimento y la microbiota intestinal.	Mayor ganancia diaria de peso y menor prevalencia de diarrea. Aumento de la digestibilidad total aparente de la energía bruta y proteína cruda. Mayor altura de las vellosidades en el duodeno. Aumento de la actividad de la superóxido dismutasa (SOD), catalasa (CAT) y la capacidad antioxidante total. Mayor actividad de glutatión peroxidasa en el tejido hepático. Reducción de la diarrea. Aumento del área de absorción intestinal y la abundancia de proteínas de unión estrecha, disminuyendo la permeabilidad intestinal e inflamación local. Aumento del número de células caliciformes. Altos niveles de transportadores y enzimas digestivas en el intestino, asociado con mayor ganancia diaria de peso y la utilización del alimento. Incremento de la diversidad del microbioma intestinal.	B. C. Zhao et al. (2024)

2.1.3. Prebióticos

Los prebióticos son ingredientes no digeribles que, al ser fermentados por los microorganismos intestinales, estimulan el crecimiento y la actividad selectiva de bacterias benéficas, mejorando la salud e inmunidad del huésped, así como la capacidad antioxidante y la integridad de la barrera intestinal (Schley & Field, 2002; Xu et al., 2024).

Las investigaciones han mostrado una serie de efectos positivos cuando son usados como aditivos para el manejo de la diarrea en cerdos en etapa de postdestete (Tabla 4).

Tabla 4. Efecto de los productos prebióticos como suplemento alimenticio y manejo de diarrea en cerdos postdestete

Prebiótico	Forma de uso	Efecto observado	Referencia
Lactosa	4% o 6%, 20 días en dietas de lechones destetados	Alivió efectos negativos de rotavirus sobre el crecimiento, la diarrea y la función de barrera intestinal	Yu et al. (2022)
Sialil-lactosa	Dieta basal + Sialil-lactosa (5,0 g/kg) + infusión oral de ETEC	Incrementó la ganancia diaria de peso y la eficiencia alimenticia. Mejoró la digestibilidad de materia seca, energía bruta y cenizas. Aumentó la concentración de inmunoglobulinas (IgA, IgG e IgM) citocinas inflamatorias (TNF- α , IL-1 β e IL-6). Promovió el aumento de la altura de las vellosidades, la concentración metabolitos microbianos y la abundancia de <i>Lactobacillus</i> , <i>Bifidobacterium</i> y <i>Bacillus</i> en el ciego.	Duan et al. (2022)
Subproductos lácteos	Cerdos de 5,97 kg fueron alimentados diferentes niveles de subproductos lácteos (fase 1: 5%, 10%, 20% o 30%; fase 2: 0%, 5%, 10% o 15%) durante 5 semanas.	Aumento de la ganancia de peso, consumo. No se observó efecto en los perfiles sanguíneos (nitrógeno ureico en sangre, factor de crecimiento insulínico tipo I, IgA, IgB). Además, no se observó efecto sobre el control de diarrea ni en la morfología intestinal.	Kim et al. (2025)
Lentinan	84 mg/kg de Lentinan durante 19 días en dietas lechones destetados	Aumento de la tasa de crecimiento. Disminución de la prevalencia de diarrea. Mejoras en la inmunidad intestinal	Fan et al. (2021)
Resveratrol	Suplementación en dietas: 3, 10 y 30 mg/kg, 21 días	Disminuyó la diarrea, redujo la inflamación y mantuvo la función inmunitaria.	Cui et al. (2018)
oligosacáridos pécticos de manzana	200 mg/kg de oligosacárido péctico durante 18 días.	Mejoró el crecimiento, disminuyó los efectos de la diarrea, mejoró la salud intestinal, la función inmunitaria y la utilización de nutrientes.	Mao et al. (2017)

Los prebióticos como la inulina, los fructooligosacáridos y los galactooligosacáridos contribuyen a restaurar el equilibrio de la microbiota intestinal (Duan et al., 2022; Zheng et al., 2021). Además, se les atribuye efectos antiinflamatorios, la capacidad de inhibir la adhesión de patógenos al epitelio intestinal, la inducción de cambios positivos en la composición microbiana y, por último, han mostrado capacidad para modular la producción

de ácidos grasos de cadena corta, favoreciendo así la proliferación y diferenciación de las células intestinales (Gibson et al., 2017).

Conclusiones

Los antibióticos aún continúan siendo usados en unidades de producción porcina a nivel mundial, sin embargo, un sinnúmero de investigaciones ha demostrado los problemas de salud pública como consecuencia del desarrollo de resistencia. Es por ello que, durante los últimos años, se ha despertado un creciente interés en las investigaciones enfocadas en el uso de probióticos, prebióticos y fitobióticos como alternativas al uso de antibióticos.

Así, el uso de estos productos de origen natural actualmente constituye una estrategia prometedora para el manejo de los problemas de diarrea que enfrentan los lechones por efecto de los cambios de alimentación durante el postdestete, debido a que sus propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y antimicrobianas contribuyen a equilibrar la microbiota intestinal, mejorar la integridad del epitelio intestinal y fortalecer la respuesta inmune. No obstante, su uso aún se enfrenta a una serie de desafíos relacionados con la mejor comprensión de sus mecanismos de acción y con la necesidad de estandarización de su formulación y condiciones de manejo, los cuales, en conjunto, podrían representar una limitante para la obtención de resultados consistentes. En tal sentido, es necesario un mayor número de investigaciones para identificar las combinaciones óptimas de cepas y compuestos bioactivos y establecer las dosis adecuadas, de manera de potenciar sus efectos benéficos.

El abordaje de estos retos permitirá la consolidación del uso de fitobióticos, probióticos y prebióticos como estrategia alternativa al uso de antibióticos durante la etapa postdestete en cerdos criados en sistemas de producción intensiva, favoreciendo la productividad, el bienestar animal y la sostenibilidad ambiental. Por último, el futuro de la producción porcina intensiva debe orientarse hacia la integración de estas soluciones naturales para garantizar la sostenibilidad ambiental y la seguridad alimentaria global.

Referencias

- Acosta, A., Tirkaso, W., Nicolli, F., Van Boeckel, T. P., Cinardi, G., & Song, J. (2025). The future of antibiotic use in livestock. *Nature Communications*, 16, 2469. <https://doi.org/10.1038/s41467-025-56825-7>
- Ardakani, Z., Aragrande, M., & Canali, M. (2024). Global antimicrobial use in livestock

farming: an estimate for cattle, chickens, and pigs. *Animal*, 18(2), 101060. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.101060>

Barducci, R. S., Santos, A. A. D., Pacheco, L. G., Putarov, T. C., Koch, J. F. A., Callegari, M. A., Dias, C. P., de Carvalho, R. H., & da Silva, C. A. (2024). Enhancing weaned piglet health and performance: the role of autolyzed yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) and β -glucans as a blood plasma alternative in diets. *Animals*, 14, 631. <https://doi.org/10.3390/ani14040631>

Bonetti, A., Tugnoli, B., Piva, A., & Grilli, E. (2021). Towards zero zinc oxide: Feeding strategies to manage post-weaning diarrhea in piglets. *Animals*, 11, 642. <https://doi.org/10.3390/ani11030642>

Chen, M. C., Chen, S. H., Cheng, C. D., Chung, C. H., Mau, L. P., Sung, C. E., Weng, P. W., Cathy Tsai, Y. W., Shieh, Y. S., Huang, R. Y., & Cheng, W. C. (2023). Mapping out the bibliometric characteristics of classic articles published in a Taiwanese academic journal in dentistry: A scopus-based analysis. *Journal of Dental Sciences*, 18, 1493–1509. <https://doi.org/10.1016/j.jds.2023.03.015>

Collier, C. T., Carroll, J. A., Ballou, M. A., Starkey, J. D., & Sparks, J. C. (2011). Oral administration of *Saccharomyces cerevisiae* boulardii reduces mortality associated with immune and cortisol responses to *Escherichia coli* endotoxin in pigs. *Journal of Animal Science*, 89, 52–58. <https://doi.org/10.2527/jas.2010-2944>

Collins, C. L., Pluske, J. R., Morrison, R. S., McDonald, T. N., Smits, R. J., Henman, D. J., Stensland, I., & Dunshea, F. R. (2017). Post-weaning and whole-of-life performance of pigs is determined by live weight at weaning and the complexity of the diet fed after weaning. *Animal Nutrition*, 3, 372–379. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2017.01.001>

Comisión Europea. (2019). Regulation (EU) 2019/4 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on the Manufacture, Placing on the Market and Use of Medicated Feed, Amending Regulation (EC) No 1831/2003 of the European Parliament and of the Council and Repealing. In *Official Journal of the European Union* (Vol. L4, Issue 726). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0006&from=EN%0Ahttps://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0006&qid=1552299700950&from=EN>

Cui, Q., Fu, Q., Zhao, X., Song, X., Yu, J., Yang, Y., Sun, K., Bai, L., Tian, Y., Chen, S., Jia, R., Zou, Y., Li, L., Liang, X., He, C., Yin, L., Ye, G., Lv, C., Yue, G., & Yin, Z. (2018). Protective effects and immunomodulation on piglets infected with rotavirus following resveratrol supplementation. *PLoS ONE*, 13(2), e0192692. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0192692>

Dewulf, J., Joosten, P., Chantziaras, I., Bernaerdt, E., Vanderhaeghen, W., Postma, M., & Maes, D. (2022). Antibiotic Use in European Pig Production: Less Is More. *Antibiotics*, 11, 1493. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11111493>

Duan, Q., Chen, D., Yu, B., Huang, Z., Luo, Y., Zheng, P., Mao, X., Yu, J., Luo, J., Yan, H., & He, J. (2022). Effect of sialyllactose administration on growth performance and intestinal epithelium development in suckling piglets. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 13, 30.

<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2022.115205>

European Medicines Agency. (2024). Annual Report 2023-The European Medicines Agency's contribution to science, medicines and health in 2023. In *AIMS Energy*. <https://doi.org/10.3934/energy.2024013>

Fairbrother, J. M., Nadeau, É., & Gyles, C. L. (2005). *Escherichia coli* in postweaning diarrhea in pigs: an update on bacterial types, pathogenesis, and prevention strategies . *Animal Health Research Reviews*, 6(1), 17–39. <https://doi.org/10.1079/ahr2005105>

Fan, X., Hu, H., Chen, D., Yu, B., He, J., Yu, J., Luo, J., Eckhardt, E., Luo, Y., Wang, J., Yan, H., & Mao, X. (2021). Lentinan administration alleviates diarrhea of rotavirus-infected weaned pigs via regulating intestinal immunity. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 12, 43. <https://doi.org/10.1186/s40104-021-00562-6>

Freivogel, C., & Visschers, V. H. M. (2020). Understanding the underlying psychosocial determinants of safe food handling among consumers to mitigate the transmission risk of antimicrobial-resistant bacteria. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17, 2546. <https://doi.org/10.3390/ijerph17072546>

Gibson, G. R., Hutkins, R., Sanders, M. E., Prescott, S. L., Reimer, R. A., Salminen, S. J., Scott, K., Stanton, C., Swanson, K. S., Cani, P. D., Verbeke, K., & Reid, G. (2017). Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. *Nature Reviews Gastroenterology and Hepatology*, 14(8), 491–502. <https://doi.org/10.1038/nrgastro.2017.75>

He, L., Zhao, X., Li, J., & Yang, C. (2022). Post-weaning diarrhea and use of feedstuffs in pigs. *Animal Frontiers*, 12(6), 41–52. <https://doi.org/10.1093/af/vfac079>

Heo, J. M., Opapeju, F. O., Pluske, J. R., Kim, J. C., Hampson, D. J., & Nyachoti, C. M. (2012). Gastrointestinal health and function in weaned pigs: A review of feeding strategies to control post-weaning diarrhoea without using in-feed antimicrobial compounds. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 97(2), 207–237. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2012.01284.x>

Hernández, N., Roques, B. B., Lacroix, M. Z., & Concordet, D. (2024). Delivery strategies to improve piglets exposure to oral antimicrobials. *BMC Veterinary Research*, 20, 482. <https://doi.org/10.1186/s12917-024-04334-y>

Hu, Y., Dun, Y., Li, S., Zhang, D., Peng, N., Zhao, S., & Liang, Y. (2015). Dietary *Enterococcus faecalis* LAB31 improves growth performance, reduces diarrhea, and increases fecal *Lactobacillus* number of weaned piglets. *PLoS ONE*, 10(1), e0116635. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0116635>

Hu, Y., Dun, Y., Li, S., Zhao, S., Peng, N., & Liang, Y. (2014). Effects of *Bacillus subtilis* kn-42 on growth performance, diarrhea and faecal bacterial flora of weaned piglets. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 27(8), 1131–1140. <https://doi.org/10.5713/ajas.2013.13737>

Jia, N., Jin, J., Wei, X., Trabalza-Marinucci, M., Jia, G., Zhou, Q., Zhang, R., Li, H., Wu, F.,

Zhao, H., Luo, H., Che, L., & Tang, J. (2025). Effects of fermented wheat bran on growth performance, nutrient apparent digestibility, immune function and fecal microbiota of weaned piglets. *Frontiers in Veterinary Science*, 12, 1561196. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1006-267x.2022.01.016>

Jiang, Z., Yang, M., Su, W., Mei, L., Li, Y., Guo, Y., Li, Y., Liang, W., Yang, B., Huang, Z., & Wang, Y. (2024). Probiotics in piglet: from gut health to pathogen defense mechanisms. *Frontiers in Immunology*, 15, 1468873. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2024.1468873>

Kiarie, E., Bhandari, S., Scott, M., Krause, D. O., & Nyachoti, C. M. (2011). Growth performance and gastrointestinal microbial ecology responses of piglets receiving *Saccharomyces cerevisiae* fermentation products after an oral challenge with *Escherichia coli* (K88). *Journal of Animal Science*, 89, 1062–1078. <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3424>

Kim, B.-O., Do, S., Jeong, J.-H., Jang, J.-C., & Kim, Y. Y. (2025). Effect of various levels of milk by-products on growth performance, blood profiles, and intestinal morphology of weaned pigs. *Journal of Animal Science and Technology*, 67(2), 342–351. <https://doi.org/10.5187/jast.2024.e32>

Li, H., Liu, X., Shang, Z., & Qiao, J. (2021). *Clostridium butyricum* Helps to Alleviate Inflammation in Weaned Piglets Challenged With Enterotoxigenic *Escherichia coli* K88. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 683863. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.683863>

Li, Y., Hou, S., Chen, J., Peng, W., Wen, W., Chen, F., & Huang, X. (2019). Oral administration of *Lactobacillus delbrueckii* during the suckling period improves intestinal integrity after weaning in piglets. *Journal of Functional Foods*, 63, 103591. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.103591>

Liao, S. F., & Nyachoti, M. (2017). Using probiotics to improve swine gut health and nutrient utilization. *Animal Nutrition*, 3(4), 331–343. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2017.06.007>

Liu, H., Hou, C., Wang, G., Jia, H., Yu, H., Zeng, X., Thacker, P. A., Zhang, G., & Qiao, S. (2017). *Lactobacillus reuteri* I5007 modulates intestinal host defense peptide expression in the model of IPEC-J2 cells and neonatal piglets. *Nutrients*, 9, 559. <https://doi.org/10.3390/nu9060559>

Liu, Y., Song, M., Che, T. M., Almeida, J. A. S., Lee, J. J., Bravo, D., Maddox, C. W., & Pettigrew, J. E. (2013). Dietary plant extracts alleviate diarrhea and alter immune responses of weaned pigs experimentally infected with a pathogenic *Escherichia coli*. *Journal of Animal Science*, 91, 5294–5306. <https://doi.org/10.2527/jas.2012-6194>

Lu, X., Zhang, M., Zhao, L., Ge, K., Wang, Z., Jun, L., & Ren, F. (2018). Growth performance and post-weaning diarrhea in piglets fed a diet supplemented with probiotic complexes. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 28(11), 1791–1799. <https://doi.org/10.4014/jmb.1807.07026>

Madesh, M., Yan, J., Jinan, G., Hu, P., Kim, I. H., Liu, H. Y., Ennab, W., Jha, R., & Cai, D. (2025). Phytochemicals in swine nutrition and their effects on growth performance, nutrient

utilization, gut health, and meat quality: a review. *Stress Biology*, 5, 11. <https://doi.org/10.1007/s44154-024-00209-2>

Mao, X., Xiao, X., Chen, D., Yu, B., He, J., Chen, H., Xiao, X., Luo, J., Luo, Y., Tian, G., & Wang, J. (2017). Dietary apple pectic oligosaccharide improves gut barrier function of rotavirus-challenged weaned pigs by increasing antioxidant capacity of enterocytes. *Oncotarget*, 8(54), 92420–92430. <https://doi.org/10.18632/oncotarget.21367>

Ortiz Sanjuán, J. M., Manzanilla, E. G., Cabrera-Rubio, R., Crispie, F., Cotter, P. D., Garrido, J. J., Ekhlás, D., O'Neill, L., & Argüello, H. (2024). Fine-tuning of post-weaning pig microbiome structure and functionality by in-feed zinc oxide and antibiotics use. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 14, 1354449. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2024.1354449>

Partanen, K. H., & Mroz, Z. (1999). Organic acids for performance enhancement in pig diets. *Nutrition Research Reviews*, 12(1), 117–145. <https://doi.org/10.1079/095442299108728884>

Pluske, J. R., Turpin, D. L., & Kim, J. C. (2018). Gastrointestinal tract (gut) health in the young pig. *Animal Nutrition*, 4, 187–196. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2017.12.004>

Ra, Y. E., & Bang, Y. J. (2024). Balancing act of the intestinal antimicrobial proteins on gut microbiota and health. *Journal of Microbiology*, 62(3), 167–179. <https://doi.org/10.1007/s12275-024-00122-3>

Rhouma, M., Fairbrother, J. M., Beaudry, F., & Letellier, A. (2017). Post weaning diarrhea in pigs: Risk factors and non-colistin-based control strategies. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 59, 31. <https://doi.org/10.1186/s13028-017-0299-7>

Schley, P. D., & Field, C. J. (2002). The immune-enhancing effects of dietary fibres and prebiotics. *British Journal of Nutrition*, 87(S2), S221–S230. <https://doi.org/10.1079/bjn/2002541>

Steiner, T., & Syed, B. (2015). Phytogetic feed additives in animal nutrition. In Á. Máthe (Ed.), *Medicinal and Aromatic Plants of the World* (pp. 403–423). Springer Science+Business Media. https://doi.org/10.1007/978-981-15-3024-1_13

Su, W., Gong, T., Jiang, Z., Lu, Z., & Wang, Y. (2022). The role of probiotics in alleviating postweaning diarrhea in piglets from the perspective of intestinal barriers. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 12, 1–12. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2022.883107>

Suiryanrayna, M. V. A. N., & Ramana, J. V. (2015). A review of the effects of dietary organic acids fed to swine. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 6, 45. <https://doi.org/10.1186/s40104-015-0042-z>

Sun, Y., Duarte, M. E., & Kim, S. W. (2021). Dietary inclusion of multispecies probiotics to reduce the severity of post-weaning diarrhea caused by *Escherichia coli* F18+ in pigs. *Animal Nutrition*, 7(2), 326–333. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2020.08.012>

Sung, J. Y., Deng, Z., & Kim, S. W. (2025). Antibiotics and Opportunities of Their Alternatives in Pig Production: Mechanisms Through Modulating Intestinal Microbiota on

Intestinal Health and Growth. *Antibiotics*, 14, 301. <https://doi.org/10.3390/antibiotics14030301>

Tang, W., Chen, D., Yu, B., He, J., Huang, Z., Zheng, P., Mao, X., Luo, Y., Luo, J., Wang, Q., Wang, H., & Yu, J. (2020). Capsulized faecal microbiota transplantation ameliorates post-weaning diarrhoea by modulating the gut microbiota in piglets. *Veterinary Research*, 51(1), 55. <https://doi.org/10.1186/s13567-020-00779-9>

Tatemoto, P., Vieira, F., & Broom, D. M. (2025). Pig farming practices compromising biosecurity and causing poor welfare of pigs. *Frontiers in Veterinary Science*, 12, 1558734. <https://doi.org/10.3389/fvets.2025.1558734>

Tian, Q. Y., & Piao, X. S. (2019). Essential oil blend could decrease diarrhea prevalence by improving antioxidative capability for weaned pigs. *Animals*, 9, 847. <https://doi.org/10.3390/ani9100847>

Tiseo, K., Laura, H., Marius, G., P, R. T., & P., V. B. T. (2020). Global trends in antimicrobial use in food animals from 2017 to 2030. *Antibiotics*, 9, 918. <https://doi.org/10.3390/antibiotics9120918>

Torres Pitarch, A., Keiner, A., Le Gall, M., Molist, F., Guan, X., Middelkoop, A., Jiménez-Moreno, E., Balfagón, A., Mantovani, G., Nofrarías, M., & Aumiller, T. (2025). Impact of a phytogenic feed additive on diarrhea incidence, intestinal histomorphology and fecal excretion of f4-fimbriated enterotoxigenic *Escherichia coli* in post-weaning piglets. *Stresses*, 5, 8. <https://doi.org/10.3390/stresses5010008>

Trckova, M., Faldyna, M., Alexa, P., Sramkova Zajacova, Z., Gopfert, E., Kumprechtova, D., Auclair, E., & D'Inca, R. (2014). The effects of live yeast *Saccharomyces cerevisiae* on postweaning diarrhea, immune response, and growth performance in weaned piglets. *Journal of Animal Science*, 92(2), 767–774. <https://doi.org/10.2527/jas.2013-6793>

Van Boeckel, T. P., Brower, C., Gilbert, M., Grenfell, B. T., Levin, S. A., Robinson, T. P., Teillant, A., & Laxminarayan, R. (2015). Global trends in antimicrobial use in food animals. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 112(18), 5649–5654. <https://doi.org/10.1073/pnas.1503141112>

Wang, X. L., Liu, Z. Y., Li, Y. H., Yang, L. Y., Yin, J., He, J. H., Hou, D. X., Liu, Y. L., & Huang, X. G. (2021). Effects of dietary supplementation of *Lactobacillus delbrueckii* on gut microbiome and intestinal morphology in weaned piglets. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 1–12. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.692389>

Xu, X., Mo, K., Cui, C., Lan, Y., Ling, L., Xu, J., Li, L., & Huang, X. (2024). Microencapsulated essential oils alleviate diarrhea in weaned piglets by modulating the intestinal microbial barrier as well as not inducing antibiotic resistance: a field research. *Frontiers in Veterinary Science*, 11, 1396051. <https://doi.org/10.3389/fvets.2024.1396051>

Yang, K. M., Jiang, Z. Y., Zheng, C. T., Wang, L., & Yang, X. F. (2014). Effect of *Lactobacillus plantarum* on diarrhea and intestinal barrier function of young piglets challenged with enterotoxigenic *Escherichia coli* K88. *Journal of Animal Science*, 92, 1496–1503.

<https://doi.org/10.2527/jas.2013-6619>

Yu, W., Xiao, X., Chen, D., Yu, B., He, J., Zheng, P., Yu, J., Luo, J., Luo, Y., Yan, H., Yi, X., Wang, J., Wang, H., Wang, Q., & Mao, X. (2022). Effect of dietary lactose supplementation on growth performance and intestinal epithelium functions in weaned pigs challenged by rotavirus. *Animals*, 12, 2336. <https://doi.org/10.3390/ani12182336>

Zeng, Z., Zhang, S., Wang, H., & Piao, X. (2015). Essential oil and aromatic plants as feed additives in non-ruminant nutrition: A review. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 6, 7. <https://doi.org/10.1186/s40104-015-0004-5>

Zhang, W., Zhu, Y. H., Zhou, D., Wu, Q., Song, D., Dicksved, J., & Wang, J. F. (2017). Oral Administration of a Select Mixture of *Bacillus* Probiotics Affects the Gut. *Applied and Environmental Microbiology*, 83(3), e02747-16. <https://doi.org/10.1128/AEM.02747-16>

Zhao, B. C., Wang, T. H., Chen, J., Qiu, B. H., Xu, Y. R., & Li, J. L. (2024). Essential oils improve nursery pigs' performance and appetite via modulation of intestinal health and microbiota. *Animal Nutrition*, 16, 174–188. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2023.10.007>

Zhao, W., Yuan, M., Li, P., Yan, H., Zhang, H., & Liu, J. (2019). Short-chain fructo-oligosaccharides enhances intestinal barrier function by attenuating mucosa inflammation and altering colonic microbiota composition of weaning piglets. *Italian Journal of Animal Science*, 18(1), 976–986. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2019.1612286>

Zheng, L., Duarte, M. E., Sevarolli Loftus, A., & Kim, S. W. (2021). Intestinal health of pigs upon weaning: challenges and nutritional intervention. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 628258. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.628258>

Zhu, C., Wang, L., Wei, S. yong, Chen, Z., Ma, X. yong, Zheng, C. tian, & Jiang, Z. yong. (2017). Effect of yeast *Saccharomyces cerevisiae* supplementation on serum antioxidant capacity, mucosal sIgA secretions and gut microbial populations in weaned piglets. *Journal of Integrative Agriculture*, 16(9), 2029–2037. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(16\)61581-2](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(16)61581-2)

Zong, X., Fu, J., Xu, B., Wang, Y., & Jin, M. (2020). Interplay between gut microbiota and antimicrobial peptides. *Animal Nutrition*, 6(4), 389–396. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2020.09.002>

Agradecimientos

Los autores expresan su gratitud a la Universidad Técnica de Ambato por facilitar las bases de datos (Scopus y Web of Science) usadas en esta revisión.

Conflicto de interés

Los autores de este manuscrito declaran no tener ningún conflicto de interés.

Declaración ética

Los autores declaran que el proceso de investigación que dio lugar al presente manuscrito se desarrolló siguiendo criterios éticos, por lo que fueron empleadas en forma racional y profesional las herramientas tecnológicas asociadas a la generación del conocimiento.

Copyright

La *Revista de la Universidad del Zulia* declara que reconoce los derechos de los autores de los trabajos originales que en ella se publican; dichos trabajos son propiedad intelectual de sus autores. Los autores preservan sus derechos de autoría y comparten sin propósitos comerciales, según la licencia adoptada por la revista.

Licencia Creative Commons

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-Compartir Igual 4.0 Internacional



REVISTA DE LA UNIVERSIDAD DEL ZULIA, Fundada el 31 de mayo de 1947

UNIVERSIDAD DEL ZULIA, Fundada el 11 de septiembre de 1891