

Probióticos en la alimentación porcina, los potenciales beneficios y aplicaciones en la porcicultura colombiana

Probiotics in pig feed, potential benefits and applications in colombian pig farming

Jhon Never Castaño Muñoz¹

Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia

Resumen

Los probióticos son utilizados en la alimentación por sus beneficios en el mejoramiento de la flora intestinal y en la asimilación de nutrientes. En el caso de la alimentación animal se han realizado estudios que evidencian beneficios potenciales en los distintos tipos de ganadería mediante la inclusión o aplicación de probióticos en la alimentación. El presente estudio tiene como objetivo analizar las aplicaciones de probióticos en la alimentación porcina y los potenciales beneficios que esto conllevaría en el contexto nacional. Se observa la necesidad de un documento que analice de manera sistemática el uso de probióticos como suplemento nutricional para mejorar la alimentación porcícola. Para este propósito, se emplearon enfoques de investigación documental en la base de datos Scopus, extrayendo y analizando los datos e información pertinente de estudios relevantes realizados en la última década y los resultados obtenidos. Se obtuvo como resultado un documento actualizado de las diferentes aplicaciones de los probióticos en la alimentación porcícola y

¹ Maestría en Biotecnología Alimentaria, <https://orcid.org/0000-0001-6547-6542/>
jncastanom@unadvirtual.edu.co

los beneficios del uso de estos, mediante el análisis de una revisión bibliográfica utilizando ecuaciones de búsqueda. Como resultado, en esta monografía, abordaremos las ventajas fisiológicas, inmunológicas y clínicas de los probióticos en varias fases del ciclo de vida del cerdo. Los probióticos, en particular, mejoran el rendimiento de las cerdas durante el embarazo, el parto y la lactancia; pueden mejorar los parámetros inmunohistológicos y las defensas en la fase de crecimiento; pueden influir en la calidad de la carne en la fase de acabado; y pueden ayudar en la reducción de contaminantes ambientales.

Palabras clave: producción porcina, conversión cárnica, cerdos, salud intestinal.

Abstract

Probiotics are used in food for their benefits in improving the intestinal flora and in the assimilation of nutrients. In the case of animal feed, studies have been carried out that show potential benefits in different types of livestock through the inclusion or application of probiotics in the diet. The objective of this study is to analyze the applications of probiotics in swine feeding and the potential benefits that this would entail in the national context. The need for a document that systematically analyzes the use of probiotics as a nutritional supplement to improve swine feeding is observed. For this purpose, documentary research approaches will be employed in the Scopus database, extracting, and analyzing the relevant data and information from relevant studies carried out in the last decade and the results obtained. It is expected to obtain as a result an updated document of the different applications of probiotics in swine feeding and the benefits of their use, through the analysis of a bibliographical review using search equations. As a result, in this monograph, we will address the physiological, immunological, and clinical advantages of probiotics at various phases of the pig life cycle. Probiotics improve sow performance during pregnancy, farrowing, and lactation; they can improve immunohistological parameters and defenses in the growth

phase; they can influence the quality of the meat in the finishing phase; and can help reduce environmental pollutants.

Keywords: Pig farming, meat conversion, pigs, gut health.

1. Introducción

La investigación sobre las aplicaciones de los probióticos en la porcicultura ha aumentado cada vez más creando una oportunidad de implementación en Colombia basada en las mejoras tanto de conversión de carne como en la salud animal. La utilización de probióticos como suplemento nutricional es una tendencia global que urge ser analizada y descrita con el fin de entregar bases sólidas del conocimiento tanto al porcicultor como a futuras investigaciones a realizar. En Colombia es necesaria una tecnificación de la alimentación porcícola, y en ese contexto es importante un análisis de la aplicación de probióticos en la alimentación y como esta tecnología puede ayudar al porcicultor colombiano a orientarlo hacia una mejor conversión y calidad de la carne. Las recientes investigaciones y adelantos obtenidos en esta temática aún no se han documentado ampliamente y es necesario la generación de un documento que extraiga y analice los resultados obtenidos por investigadores en este campo.

En los últimos años, la mayor demanda de eficiencia, calidad, reducción de costos y efectos ambientales ha ejercido una presión adicional sobre la cadena de suministro porcina. Además, deben implementarse medidas eficientes para garantizar la gestión de patógenos humanos y animales. Los antibióticos se han utilizado ampliamente en la producción porcina porque ayudan en el control de enfermedades y pueden actuar como promotores del crecimiento, lo que resulta en una mayor productividad y desarrollo animal (Carlson & Fangman, 2018). Sin embargo, el uso de antibióticos se ha puesto en duda debido a la pérdida de eficacia y la selección de cepas bacterianas resistentes (Yirga, 2015), ya que los datos

indican que los genes de resistencia pueden transmitirse de la microbiota animal a la humana. Esto es extremadamente preocupante porque puede limitar las opciones terapéuticas para el tratamiento de enfermedades bacterianas humanas (Ma *et al.*, 2018; Velázquez-Meza *et al.*, 2022).

Por lo tanto, se deben desarrollar otros métodos para combatir las enfermedades asociadas con la cría de cerdos. A diferencia de los medicamentos, la suplementación con probióticos mejora la salud porcina al aumentar la cantidad de bacterias beneficiosas en el intestino (Liao & Nyachoti, 2017). Así, el uso de probióticos y/o metabolitos antimicrobianos derivados de microbios benéficos brinda una alternativa para mejorar la salud animal, modular la flora intestinal y limitar la propagación de genes multirresistentes, además de su potencial uso en la bioconservación de alimentos (Pokharel *et al.*, 2020).

En la producción porcina, los probióticos se pueden administrar en varias fases de desarrollo (Liu *et al.*, 2020), pero no hay acuerdo en la literatura sobre las cepas microbianas, las dosis y la duración de la terapia sugerida. Sin embargo, se ha demostrado que la administración de probióticos influye en la flora intestinal, restaura y mejora la resistencia de los cerdos a las enfermedades y mejora el rendimiento (Liao & Nyachoti, 2017).

2. Metodología

-
- Metodología de análisis de masas documentales: para el análisis documental se realizó la revisión en Scopus y Scielo donde se encuentran los siguientes resultados a analizar hasta el año 2022.
-
- Se realizó la investigación documental de artículos científicos, libros, tesis de grado de los últimos 10 años en inglés y español relacionada al tema a tratar en la

monografía, con el fin de tener en cuenta los últimos avances y desarrollos de la última década para así poder darle la pertinencia necesaria al trabajo de monografía. Se exploró en las bases de datos de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia —UNAD— (Scopus, Scielo, etc.) mediante ecuaciones de búsqueda relevantes las cuales son:

-
- Para cumplir con el primer objetivo específico:
 - Identificar los principales probióticos utilizados actualmente como suplemento nutricional y sus beneficios en la producción cárnica porcina. Se realizaron las siguientes ecuaciones de búsqueda:
-
- Probiotics AND Swine (probióticos y porcicultura): esta ecuación de búsqueda al día 14 de noviembre de 2022 arrojó 1.078 resultados en Scopus, obteniendo 729 resultados de los últimos 10 años, siendo China el país con más artículos científicos relacionados al tema de estudio con 211 artículos y Estados Unidos le sigue con 121. Con esta búsqueda se evidencia que el tema de investigación aún es muy reciente ya que el 68 % de los resultados son de los últimos 10 años. En Scielo se encontraron 10 resultados (Scopus, 2022g).
- Probiotics AND Pork Meat Production (probióticos y producción de carne de cerdo): esta ecuación de búsqueda al día 14 de noviembre de 2022 arrojó 37 resultados en Scopus; 33 resultados de los últimos 10 años, siendo Polonia el país con más artículos científicos relacionados al tema de estudio con 7 artículos y Brasil le sigue con 4. Con esta búsqueda se evidencia que el tema de investigación aún es muy reciente ya que el 89 % de los resultados son de los últimos 10 años. En Scielo no se encontraron resultados (Scopus, 2022f).

- Para cumplir con el segundo objetivo específico: Determinar los beneficios digestivos e inmunológicos derivados de la aplicación de probióticos en ganado porcino. Se realizaron las siguientes ecuaciones de búsqueda:
- Probiotics AND Pigs health (probióticos y salud en cerdos): esta ecuación de búsqueda al día 14 de noviembre de 2022 arrojó 415 resultados en Scopus; 339 resultados de los últimos 10 años, siendo China el país con más artículos científicos relacionados al tema de estudio con 110 artículos y Estados Unidos le sigue con 53. Con esta búsqueda se evidencia que el tema de investigación aún es muy reciente ya que el 82 % de los resultados son de los últimos 10 años. En Scielo se encontraron 12 resultados (Scopus, 2022e).
- Probiotics AND Pigs feeding (probióticos y alimentación de cerdos): esta ecuación de búsqueda al día 14 de noviembre de 2022 arrojó 256 resultados en Scopus; 171 resultados de los últimos 10 años, siendo China el país con más artículos científicos relacionados al tema de estudio con 40 artículos y Estados Unidos le sigue con 30. Con esta ecuación de búsqueda se evidencia que, igualmente a la anterior ecuación de búsqueda, el 67 % de los resultados son de la última década. En Scielo se encontraron 5 resultados (Scopus, 2022d).
- Para cumplir con el tercer objetivo específico: Identificar las nuevas tendencias a nivel internacional que puedan ser aplicados en el contexto nacional concernientes a la inclusión de probióticos en la alimentación porcina. Se realizaron las siguientes ecuaciones de búsqueda:
- Probióticos AND Pigs Colombia: esta ecuación de búsqueda al día 14 de noviembre de 2022 arrojó 0 resultados en Scopus y 0 en Scielo (Scopus, 2022b).

- Probióticos AND Cerdos Colombia: Esta ecuación de búsqueda al día 14 de noviembre de 2022 arrojó 0 resultados en Scopus y 0 en Scielo (Scopus, 2022a).
- Probióticos AND Porcicultura Colombia: Esta ecuación de búsqueda al día 14 de noviembre de 2022 arrojó 0 resultados en Scopus y 0 en Scielo (Scopus, 2022c).

La mayor cantidad de artículos científicos se encontraron en inglés en la base de datos de Scopus, siendo China y Los Estados Unidos los que más artículos científicos han generado sobre el estudio a realizar.

3. Discusión

En la gran mayoría de los estudios realizados sobre la implementación de probióticos en la alimentación porcícola se encontraron resultados favorables en cada una de las etapas de crianza del cerdo. En la fase de gestación y lactancia, la suplementación probiótica mejora considerablemente la salud de las cerdas y la producción de la leche, tanto en calidad como en cantidad, y a su vez mejora la salud del feto al fortalecer su sistema inmune y disminuir su tasa de mortandad. En la mayoría de los estudios se utilizó una concentración normal de 10^8 a 10^9 UFC/g administrada durante aproximadamente cuatro meses, desde la terminación de la gestación hasta el principio de la lactancia.

En la etapa de destete, mediante la suplementación probiótica, se encontró una incidencia baja de la diarrea post-destete (DPD) lo que mejora la asimilación de nutrientes por parte del lechón, aumentando de peso rápidamente (Peeters *et al.*, 2018; Yang *et al.*, 2020; Zhu *et al.*, 2017). Los probióticos pueden ayudar en esta etapa evitando enfermedades, reequilibrando la microbiota después de una inoculación con bacterias beneficiosas y aumentando la inmunidad (Barba-Vidal *et al.*, 2019). Los lechones destetados experimentan

estrés psicológico como resultado de cambios en la nutrición y el entorno (Ross *et al.*, 2010; F. Yang *et al.*, 2015), haciéndolos más susceptibles al desarrollo de enfermedades y afectando severamente el crecimiento del animal (Luise *et al.*, 2021). Como resultado, la administración de probióticos en este período puede ser una estrategia valiosa para mejorar los índices de salud animal. La concentración promedio de microorganismos en las adiciones de probióticos utilizadas en los estudios realizados en esta etapa fue la que más varió (de 10^9 CFU/mL a 5×10^9 CFU/mL de suplemento probiótico y de $1,2 \times 10^9$ CFU/kg a 5×10^{10} CFU/kg de alimento), y no se pudo establecer ningún estándar en cuanto a concentración probiótica. Además, la mayoría de los estudios no indicaron la dosis diaria administrada a los animales.

En la etapa de crecimiento o finalización, el cerdo ha desarrollado un sistema inmune apropiado por lo cual las ventajas con respecto a su salud y crecimiento son pocas. Las ventajas de la suplementación probiótica se denotan principalmente en la calidad de la carne dándole un mejor sabor y textura. Con relación al desempeño reproductivo en cerdos, los investigadores Domingos *et al.* (2021), Laskowska *et al.* (2019) y Ma *et al.* (2018) reportaron mejoras en este aspecto debido al uso de probióticos, encontrando reducciones en la tasa de mortandad y demostrando que el uso de probióticos aumenta el peso de los lechones recién nacidos.

Los estudios analizados evalúan diferentes cepas probióticas entre levaduras y bacterias ácido-lácticas (BAL) encontrando hallazgos importantes en cada una de las fases de crianza del cerdo.

A pesar de las ventajas halladas, algunos de los resultados encontrados en las investigaciones recopiladas son muy ambiguas y no determinan que los probióticos sean directamente responsables de los resultados favorables tanto en el desempeño de la crianza de cerdos como el mejoramiento de la salud de estos. Se recomienda para nuevas investigaciones de suplementación probiótica en cerdos poder describir más detalladamente la metodología, cantidades y concentraciones de probióticos dosificadas para lograr una mejor interpretación de los resultados y lograr un avance en los tratamientos posteriores logrando identificar las maneras correctas de lograr óptimos resultados.

4. Conclusiones

La suplementación con probióticos se puede utilizar en cualquier etapa de la cría de cerdos y se ha demostrado que es eficaz para evitar, controlar y tratar las infecciones, además de afectar favorablemente la respuesta inmunitaria, la función intestinal y la tasa de crecimiento. Sin embargo, con base en los datos obtenidos en esta investigación, fue posible concluir que las ventajas obtenidas del uso de probióticos difieren en cada paso del ciclo de vida del cerdo y podrían ser útiles para la toma de decisiones del porcicultor en los sistemas de la explotación pecuaria. Además, es fundamental enfatizar que la administración de probióticos en las cerdas mejora la función durante el embarazo, el parto y la lactancia. Hay un impacto positivo en la mucosa intestinal, los parámetros inmunohistológicos y los efectos antipatógenos durante las primeras etapas de desarrollo. Finalmente, hay un aumento en el desarrollo de los cerdos y la calidad de la carne, y una disminución de los contaminantes ambientales en los cerdos en crecimiento y finalización. Por lo tanto, las numerosas ventajas observadas con la administración de probióticos en cerdos son aceptables, y no hay duda de que los hallazgos en esta área darán como resultado numerosos cambios en la nutrición de los cerdos, lo que refleja un aumento en la capacidad de producción. Mientras tanto, incluso con todos estos beneficios destacados, todavía no es posible concluir que estos efectos beneficiosos se deban únicamente a la suplementación con probióticos porque la mayoría de las publicaciones no describen adecuadamente las metodologías utilizadas, lo que limita las conclusiones en términos de concentración de la suplementación con probióticos.

Referencias

Carlson, M. S., & Fangman, T. J. (2018). Swine antibiotics and feed additives: food safety considerations. *Swine Feeding*.

<https://extension.missouri.edu/media/wysiwyg/Extensiondata/Pub/pdf/agguides/ansci/g02353.pdf>

- Domingos, R. L., Silva, B. A. N., Bravo de Laguna, F., Araujo, W. A. G., Gonçalves, M. F., Rebordões, F. I. G., Evangelista, R. P., de Alkmim, T. C. C., Miranda, H. A. F., Cardoso, H. M. C., Cardoso, L. A., Habit, S. R., & da Motta, S. A. B. (2021). Saccharomyces Cerevisiae var. Boulardii CNCM I-1079 during late gestation and lactation improves voluntary feed intake, milk production and litter performance of mixed-parity sows in a tropical humid climate. *Animal Feed Science and Technology*, 272, 114785. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114785>
- Laskowska, E., Jarosz, Ł., & Grądzki, Z. (2019). Effect of Multi-Microbial Probiotic Formulation Bokashi on Pro- and Anti-Inflammatory Cytokines Profile in the Serum, Colostrum and Milk of Sows, and in a Culture of Polymorphonuclear Cells Isolated from Colostrum. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 11(1), 220–232. <https://doi.org/10.1007/S12602-017-9380-9/TABLES/4>
- Liao, S. F., & Nyachoti, M. (2017). Using probiotics to improve swine gut health and nutrient utilization. *Animal Nutrition*, 3(4), 331. <https://doi.org/10.1016/J.ANINU.2017.06.007>
- Liu, H., Wang, S., Zhang, D., Wang, J., Zhang, W., Wang, Y., & Ji, H. (2020). Effects of dietary supplementation with *Pediococcus acidilactici* ZPA017 on reproductive performance, fecal microbial flora and serum indices in sows during late gestation and lactation. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 33(1), 120–126. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6946981/>
- Ma, Z., Wu, H., Zhang, K., Xu, X., Wang, C., Zhu, W., & Wu, W. (2018). Long-term low dissolved oxygen accelerates the removal of antibiotics and antibiotic resistance genes in swine wastewater treatment. *Chemical Engineering Journal*, 334, 630–637. <https://doi.org/10.1016/J.CEJ.2017.10.051>
- Peeters, L., Mostin, L., Wattiau, P., Boyen, F., Dewulf, J., & Maes, D. (2018). Efficacy of *Clostridium butyricum* as probiotic feed additive against experimental Salmonella

Typhimurium infection in pigs. *Livestock Science*, 221(2019), 82–85.
<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.12.019>

Pokharel, S., Shrestha, P., & Adhikari, B. (2020). Antimicrobial use in food animals and human health: time to implement ‘One Health’ approach. *Antimicrobial Resistance and Infection Control*, 9(1), 1–5. <https://doi.org/10.1186/S13756-020-00847-X/METRICS>

Scopus. (2022a, November 14). *Scopus - Probióticos AND Cerdos Colombia*. Probióticos AND Cerdos Colombia. <https://www-scopus-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/results/results.uri?sort=plf-f&src=s&st1=Probi%20c3%b3ticos+AND+Cerdos+Colombia&sid=6e35e7a2962b6aa0440c4a3f404a1a61&sot=b&sdt=b&sl=46&s=TITLE-ABS-KEY%28Probi%20c3%b3ticos+AND+Cerdos+Colombia%29&origin=searchbasic&editSaveSearch=&yearFrom=Before+1960&yearTo=Present>

Scopus. (2022b, November 14). *Scopus - Probióticos AND Pigs Colombia*. Probióticos AND Pigs Colombia. <https://www-scopus-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/results/results.uri?sort=plf-f&src=s&st1=Probi%20c3%b3ticos+AND+Pigs+Colombia&sid=d5a9f818861ae09b7c2e22118ee96390&sot=b&sdt=b&sl=44&s=TITLE-ABS-KEY%28Probi%20c3%b3ticos+AND+Pigs+Colombia%29&origin=searchbasic&editSaveSearch=&yearFrom=Before+1960&yearTo=Present>

Scopus. (2022c, November 14). *Scopus - Probióticos AND Porcicultura Colombia*. Probióticos AND Porcicultura Colombia. <https://www-scopus-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/results/results.uri?sort=plf-f&src=s&st1=Probi%20c3%b3ticos+AND+Porcicultura+Colombia&sid=d453e6fabd9f9b37811b171da4a618ef&sot=b&sdt=b&sl=52&s=TITLE-ABS-KEY%28Probi%20c3%b3ticos+AND+Porcicultura+Colombia%29&origin=searchbasic&editSaveSearch=&yearFrom=Before+1960&yearTo=Present>

Scopus. (2022d, November 14). *Scopus - Probiotics AND Pigs feeding*. Probiotics AND Pigs Feeding. <https://www-scopus-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/results/results.uri?sort=plf-f>

[f&src=s&st1=Probiotics+AND+Pigs+feeding&sid=e59e666a033504cb6ede0f9c6c00d3e9&sot=b&sdt=b&sl=42&s=TITLE-ABS-KEY%28Probiotics+AND+Pigs+feeding%29&origin=searchbasic&editSaveSearch=&yearFrom=Before+1960&yearTo=Present](https://www-scopus-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/results/results.uri?sort=plf-f&src=s&st1=Probiotics+AND+Pigs+feeding&sid=e59e666a033504cb6ede0f9c6c00d3e9&sot=b&sdt=b&sl=42&s=TITLE-ABS-KEY%28Probiotics+AND+Pigs+feeding%29&origin=searchbasic&editSaveSearch=&yearFrom=Before+1960&yearTo=Present)

Scopus. (2022e, November 14). *Scopus - Probiotics AND Pigs health*. Probiotics AND Pigs Health. [https://www-scopus-](https://www-scopus-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/results/results.uri?sort=plf-f&src=s&st1=Probiotics+AND+Pigs+health&sid=ca5a692dedbd686d4382d915889f61fa&sot=b&sdt=b&sl=41&s=TITLE-ABS-KEY%28Probiotics+AND+Pigs+health%29&origin=searchbasic&editSaveSearch=&yearFrom=Before+1960&yearTo=Present)

[com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/results/results.uri?sort=plf-f&src=s&st1=Probiotics+AND+Pigs+health&sid=ca5a692dedbd686d4382d915889f61fa&sot=b&sdt=b&sl=41&s=TITLE-ABS-KEY%28Probiotics+AND+Pigs+health%29&origin=searchbasic&editSaveSearch=&yearFrom=Before+1960&yearTo=Present](https://www-scopus-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/results/results.uri?sort=plf-f&src=s&st1=Probiotics+AND+Pigs+health&sid=ca5a692dedbd686d4382d915889f61fa&sot=b&sdt=b&sl=41&s=TITLE-ABS-KEY%28Probiotics+AND+Pigs+health%29&origin=searchbasic&editSaveSearch=&yearFrom=Before+1960&yearTo=Present)

Scopus. (2022f, November 14). *Scopus - Probiotics AND Pork Production*. Probiotics AND Pork Production. [https://www-scopus-](https://www-scopus-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/results/results.uri?sort=plf-f&src=s&st1=Probiotics+AND+Pork+Production&sid=9283533ac5b9b298591e640e96d94d26&sot=b&sdt=b&sl=45&s=TITLE-ABS-KEY%28Probiotics+AND+Pork+Production%29&origin=searchbasic&editSaveSearch=&yearFrom=Before+1960&yearTo=Present)

[com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/results/results.uri?sort=plf-f&src=s&st1=Probiotics+AND+Pork+Production&sid=9283533ac5b9b298591e640e96d94d26&sot=b&sdt=b&sl=45&s=TITLE-ABS-KEY%28Probiotics+AND+Pork+Production%29&origin=searchbasic&editSaveSearch=&yearFrom=Before+1960&yearTo=Present](https://www-scopus-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/results/results.uri?sort=plf-f&src=s&st1=Probiotics+AND+Pork+Production&sid=9283533ac5b9b298591e640e96d94d26&sot=b&sdt=b&sl=45&s=TITLE-ABS-KEY%28Probiotics+AND+Pork+Production%29&origin=searchbasic&editSaveSearch=&yearFrom=Before+1960&yearTo=Present)

Scopus. (2022g, November 14). *Scopus - Probiotics AND Swine*. Probiotics AND Swine.

<https://www-scopus-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/results/results.uri?sort=plf-f&src=s&st1=Probiotics+AND+Swine&sid=170db0e7b5ac8a7b4e54612623ee9b9d&sot=b&sdt=b&sl=35&s=TITLE-ABS-KEY%28Probiotics+AND+Swine%29&origin=searchbasic&editSaveSearch=&yearFrom=Before+1960&yearTo=Present>

Velázquez-Meza, M. E., Galarde-López, M., Carrillo-Quiróz, B., & Alpuche-Aranda, C. M. (2022). Antimicrobial resistance: One Health approach. *Veterinary World*, 15(3), 743. <https://doi.org/10.14202/VETWORLD.2022.743-749>

Yang, Y., Park, J. H., & Kim, I. H. (2020). Effects of probiotics containing (*Lactobacillus plantarum*) and chlortetracycline on growth performance, nutrient digestibility, fecal

microflora, diarrhea score and fecal gas emission in weanling pigs. *Livestock Science*, 241, 104186. <https://doi.org/10.1016/J.LIVSCI.2020.104186>

Yirga, H. (2015). The Use of Probiotics in Animal Nutrition. *Journal of Probiotics & Health*, 3, 1–10.

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)