



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

**DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA, INVESTIGACIÓN Y SERVICIO EN
ZOOTECNIA**

POSGRADO EN PRODUCCIÓN ANIMAL

**EFFECTO DE LA CURCUMINA EN LA SALUD INTESTINAL DE
LECHONES AL DESTETE**

TESIS

Que como requisito parcial
para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS EN INNOVACIÓN GANADERA

Presenta:

BEATRIZ BAUTISTA PASCUAL

Bajo la supervisión de:

Laura Haydée Vallejo Hernández, Dra.

Félix Leao Rodríguez Fierros, Dr.

Chapingo, Estado de México, junio de 2026.



APROBADA



**EFFECTO DE LA CURCUMINA EN LA SALUD INTESTINAL DE LECHONES
AL DESTETE**

Tesis realizada por **BEATRIZ BAUTISTA PASCUAL**, bajo la supervisión del
Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito
parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS EN INNOVACIÓN GANADERA

DIRECTOR:



Dra. Laura Haydée Vallejo Hernández

CODIRECTOR:



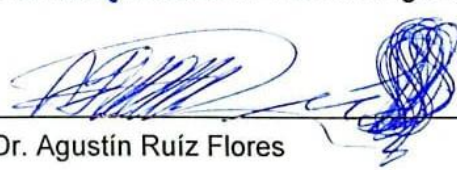
Dr. Félix Leao Rodríguez Fierros

ASESOR:



Dra. Marian Jesabel Pérez Rodríguez

ASESOR:



Dr. Agustín Ruíz Flores

ASESOR:



Dr. Elías Chávez Delgadillo

CONTENIDO

LISTA DE CUADROS	v
LISTA DE FIGURAS	vi
DEDICATORIAS	vii
AGRADECIMIENTOS	viii
DATOS BIOGRÁFICOS	ix
1. INTRODUCCIÓN GENERAL	1
1.1 Hipótesis	3
1.2 Objetivo general	3
1.3 Objetivos particulares	3
1.4 Organización de la tesis	4
1.5 Literatura citada	4
2. Fitobióticos como promotores de crecimiento en lechones al destete: eficacia y perspectivas	6
3. EFECTO DE LA CURCUMINA EN LA SALUD INTESTINAL EN LECHONES AL DESTETE	15
Resumen	15
Abstract	15
3.1 Introducción	16
3.2 Materiales y Métodos	17
3.2.1 Animales, instalaciones y manejo	17
3.2.2 Variables evaluadas	18
3.2.3 Análisis estadístico	19
3.3 Resultados y Discusión	21
3.4 Conclusiones	27
3.5 Literatura citada	27
4. ANEXOS	30

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Tratamientos experimentales.	17
Cuadro 2. Escala de evaluación de diarreas en lechones.	18
Cuadro 3. Efecto de la adición de curcumina sobre las variables productivas.	22
Cuadro 4. Efecto de la adición de curcumina sobre la salud intestinal y la citología fecal.	24
Cuadro 5. Efecto de la adición de curcumina sobre las variables sanguíneas.	26
Cuadro 6. Cambios en variables sanguíneas y fecales en diferentes tiempos.	27

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Peso corporal a lo largo del experimento.	23
Figura 2. Proporción de incidencia de diarrea en lechones.	25

DEDICATORIAS

A mi papá, **Alfredo Bautista Cruz**, quien sigue siendo mi guía y mi mayor inspiración. Este logro también te pertenece, porque tu amor y enseñanzas siguen acompañándome todos los días.

A mi mamá, **Carmen**, por sostenerme con su amor, su fortaleza y su entrega incondicional. Gracias por nunca dejarme caer y por estar conmigo en cada etapa de este camino.

A mi hermana, **Ady**, por compartir conmigo cada momento, por escucharme, aconsejarme y acompañarme siempre. Gracias por tu cariño y por confiar en mí incluso cuando yo dudaba.

A mi **familia**, por ser mi apoyo y mi refugio en los momentos más difíciles. Gracias por su cariño, sus palabras de ánimo y por impulsarme a seguir adelante.

A **Andrés**, por acompañarme con amor, paciencia y comprensión durante este proceso. Gracias por estar a mi lado, por escucharme y por hacer más ligeros los días difíciles.

“Somos lo que hacemos, pero también somos lo que otros hicieron por nosotros.”

— Jean-Paul Sartre

AGRADECIMIENTOS

A mi alma mater, la **Universidad Autónoma Chapingo**, al **Departamento de Zootecnia** y al **Posgrado en Producción Animal** por abrirme las puertas y permitirme crecer no solo como profesionalista, sino también como persona.

Al **Consejo Nacional de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación**, por el apoyo económico brindado a través de la beca de posgrado, el cual fue fundamental para la realización de este trabajo.

A la **Dra. Laura Haydée Vallejo Hernández**, por creer en mí incluso cuando yo misma dudaba, por su paciencia, su guía y su apoyo incondicional. Gracias por acompañarme en este proceso más allá de lo académico, por sus palabras en los momentos difíciles y por impulsarme a seguir adelante. Su presencia en este camino significó muchísimo para mí, y siempre la llevaré con un profundo cariño y admiración.

A los miembros del jurado, **Dr. Félix Leao Rodríguez Fierros, Dra. Marian Jesabel Pérez Rodríguez, Dr. Elías Chávez Delgadillo y Dr. Agustín Ruíz Flores**, por su tiempo, dedicación y por compartir conmigo sus conocimientos. Gracias por sus enseñanzas, por su paciencia y por cada aporte que ayudó a mejorar este trabajo; valoro mucho el apoyo y la confianza brindada durante este proceso.

Al **Ing. Humberto Velázquez Aguilar**, por confiar en mí, por enseñarme con paciencia y compartir su experiencia, pero sobre todo por su amistad sincera y por estar presente en momentos clave de este proceso.

A mis amigos, **Gil y Nahun**, por estar conmigo en cada etapa de este proceso, por las risas, los desvelos y por estar presentes incluso en los momentos más complicados. Gracias por su apoyo, por escucharme y por hacer este camino mucho más llevadero. A **Isael**, por su apoyo durante este proceso y por el tiempo compartido en esta etapa.

A todas las personas que formaron parte del trabajo de campo, a **Andrés, Mimi, Gil, Alexis, Habana, Montse, Luis, Maritza, Sarita, Mafer, Zahira, Gustavo, Erick** y a todos los estudiantes que apoyaron, gracias por su tiempo, esfuerzo y buena disposición; este trabajo también es resultado de su apoyo.

“Nada en la vida debe ser temido, solo comprendido.

Ahora es el momento de comprender más, para temer menos.”

— Marie Curie

DATOS BIOGRÁFICOS



Datos personales

Nombre	Beatriz Bautista Pascual
Fecha de nacimiento	13 de septiembre del 2000
Lugar de nacimiento	Ciudad de México, México.
CURP	BAPB000913MDFTSTA2
Profesión	Ingeniera Agrónoma Especialista en Zootecnia
Cédula profesional	14030628

Desarrollo académico

Preparatoria (2015-2018)	Preparatoria Agrícola Universidad Autónoma Chapingo
Licenciatura (2018-2022)	DEIS en Zootecnia Universidad Autónoma Chapingo

EFFECTO DE LA CURCUMINA EN LA SALUD INTESTINAL DE LECHONES AL DESTETE¹

Resumen General:

El destete es una etapa crítica en la producción porcina debido a la alta incidencia de trastornos gastrointestinales que afectan la salud intestinal y el desempeño productivo. El presente documento integra dos contribuciones orientadas a evaluar el uso de fitobióticos en lechones destetados. El primer artículo corresponde a una revisión de literatura sobre su papel como promotores de crecimiento y sus efectos en la microbiota intestinal y el rendimiento productivo. El segundo artículo presenta un estudio experimental en el que se evaluó el efecto de la curcumina sobre la salud intestinal de lechones destetados. Se utilizaron 45 lechones distribuidos en tres tratamientos: dieta comercial (control), dieta suplementada con 200 mg de curcumina kg⁻¹ de alimento (T2) y dieta suplementada con 400 mg de curcumina kg⁻¹ de alimento (T3). Los resultados evidenciaron que la suplementación con el T2 reduce la incidencia de diarreas y mejora el peso final de los lechones en comparación con el grupo control, sin efectos adversos observables.

Palabras clave: curcumina, lechones destetados, salud intestinal, diarrea posdestete, fitobióticos.

¹ Tesis de Maestría en Ciencias en Innovación Ganadera. Posgrado en Producción Animal. Universidad Autónoma Chapingo.

Autor: Beatriz Bautista Pascual.

Director: Laura Haydée Vallejo Hernández.

EFFECT OF CURCUMIN ON INTESTINAL HEALTH IN WEANED PIGLETS²

General Abstract:

Weaning is a critical stage in swine production due to the high incidence of gastrointestinal disorders, which impair intestinal health and productive performance. The present document integrates two studies aimed at evaluating the use of phytobiotics in weaned piglets. The first article consists of a literature review addressing their role as growth promoters and their effects on intestinal microbiota and productive performance. The second article presents an experimental study evaluating the effect of curcumin on intestinal health in weaned piglets. A total of 45 piglets were assigned to three treatments: commercial diet (control), a diet supplemented with 200 mg of curcumin kg⁻¹ of feed (T2), and diet supplemented with 400 mg of curcumin kg⁻¹ of feed (T3). The results demonstrated that supplementation with T2 reduced the incidence of diarrhea and improved final body weight compared with the control group, without observable adverse effects.

Keywords: curcumin, weaned piglets, intestinal health, post-weaning diarrhea, phytobiotics.

² Master Thesis in Livestock Innovation, Graduate Program in Animal Production. Universidad Autónoma Chapingo.

Author: Beatriz Bautista Pascual.

Advisor: Laura Haydée Vallejo Hernández.

1. INTRODUCCIÓN GENERAL

El destete es un período crítico para los lechones, ya que implica cambios en la alimentación, la separación de la cerda, la formación de nuevos grupos, la adaptación a un nuevo entorno y el establecimiento de nuevas jerarquías. Todo este proceso impacta en su comportamiento alimentario y su salud intestinal, en consecuencia, provoca trastornos digestivos y sobrecrecimiento bacteriano (Bomba et al., 2014).

El cambio de la leche por un alimento sólido reduce el consumo de nutrimentos y aumenta la movilización de las reservas de grasa corporal. Además, parte del contenido gástrico pasa al intestino grueso sin digerirse, lo que provoca efectos como: aumento de fermentaciones, concentración de ácidos grasos volátiles en el ciego y la liberación de productos dañinos para la mucosa (Caballero, 2018). Este hecho promueve la presencia de enteropatógenos que propician problemas neuroendocrinos, inmunológicos y digestivos, atrofia de la estructura intestinal que en consecuencia afecta la capacidad digestiva y de absorción, así como el aumento en la incidencia de diarreas (Parra et al., 2022).

El posdestete es un periodo crítico para la salud de los lechones y para la producción porcina, ya que en esta etapa la presencia de diarreas agudas incrementa la mortalidad (15-30 %) y aumenta la incidencia de enfermedades (50-70 %) (Ambrogi et al., 2020). El uso de antibióticos como promotores de crecimiento en dietas para cerdos disminuye los costos de producción, puede mejorar la ganancia de peso y el índice de conversión alimenticia, así como disminuir la presencia de enfermedades y la mortalidad, sin embargo, muchos estudios informan la aparición de resistencia a estos medicamentos en bacterias de interés veterinario y humano (Haro, 2015). La prohibición de los promotores de crecimiento en la Unión Europea y su uso controlado en las unidades de producción porcícolas en otras regiones del mundo ha impulsado la búsqueda de productos alternativos que ayuden a mejorar el rendimiento y la salud animal (Millet & Maertens, 2011).

Para disminuir el uso de antibióticos, Parra et al. (2022) mencionan que pueden emplearse diferentes alternativas en la alimentación, como el uso de ingredientes de fácil digestión y de alta calidad, tales como aminoácidos sintéticos, ácidos orgánicos, enzimas, y extractos vegetales, entre otros. En años recientes, ha aumentado el interés en el estudio de plantas medicinales como fuente de compuestos activos. Caicedo et al. (2022) afirman que los principios activos de las plantas se encuentran en raíces, tallos, hojas y frutos, los cuales pueden suministrarse en forma de aceites esenciales, polvos o extractos. Estos aditivos tienen efectos antioxidantes, antiinflamatorios y antimicrobianos y son potenciadores de la digestión.

De acuerdo con Avanço et al. (2017) la cúrcuma (*Curcuma longa* L.) es una planta originaria del sudeste asiático y pertenece a la familia Zingiberaceae; su componente principal es la curcumina, la cual presenta acción antiinflamatoria, puede inhibir la actividad y la síntesis de ciclooxigenasa-2 (COX2) y 5-lipooxigenasa (5-LOX), así como la de otras enzimas implicadas en procesos inflamatorios.

La suplementación con derivados de la cúrcuma se considera una estrategia de alimentación que puede reforzar la actividad antiinflamatoria de los animales. Algunos estudios confirman que la curcumina actúa como promotor de la salud intestinal debido a sus propiedades antimicrobianas y antiinflamatorias. Se ha empleado en distintas especies animales para disminuir la inflamación, estimular el sistema inmune, incrementar el estatus antioxidante en situaciones de estrés y contrarrestar los efectos de las micotoxinas (Gan et al., 2019; Huang & Lee, 2018; Recharla et al., 2021).

Existen pocos reportes sobre el uso de curcumina en cerdos; por lo tanto, los resultados no son concluyentes. Ilsley et al. (2005) no detectaron diferencias en el estatus inmune ni en los parámetros productivos de lechones alimentados con una dieta predestete que contenía 200 mg de curcumina por kilogramo de alimento. En contraste, Avanço et al. (2017) determinaron que los lechones alimentados con harinas de maíz y pasta de soya adicionadas, adicionadas con

1 % de cúrcuma, incrementaron la ganancia diaria de peso y disminuyeron la incidencia de diarreas durante el destete.

Aunque existe una comprensión teórica general de los efectos causados por los fitobióticos, todavía se necesita información detallada y aplicada, sobre su efectividad y sus mecanismos de acción. Por lo expuesto anteriormente, el objetivo fue evaluar el efecto de la curcumina como aditivo fitobiótico en dietas para lechones destetados.

1.1 Hipótesis

La suplementación con curcumina como aditivo fitobiótico tiene efectos positivos en el rendimiento productivo, la salud intestinal y parámetros hematológicos de los lechones destetados.

1.2 Objetivo general

Evaluar el efecto de la suplementación con curcumina como aditivo fitobiótico en dietas para lechones destetados, mediante el análisis del rendimiento productivo, de los indicadores de salud intestinal y de los parámetros hematológicos e inmunológicos.

1.3 Objetivos particulares

- Evaluar el efecto de la adición de curcumina en la incidencia de diarreas en lechones destetados, mediante el registro y monitoreo para establecer su contribución en la prevención de trastornos digestivos.
- Analizar el efecto de la curcumina en el rendimiento productivo, utilizando mediciones de ingesta promedio y de cambios en peso vivo de los lechones destetados.
- Evaluar el efecto de la curcumina en los parámetros hematológicos e inmunológicos mediante la realización de hemograma sanguíneo y conteo diferencial en frotis sanguíneo con la finalidad de analizar el estado de salud general de los animales.

- Determinar el efecto de la curcumina sobre la salud intestinal mediante análisis citológicos, con el fin de identificar procesos inflamatorios a nivel intestinal.

1.4 Organización de la tesis

Esta tesis se organiza en tres capítulos. El Capítulo 2 presenta una revisión de literatura titulada “Fitobióticos como promotores de crecimiento en lechones al destete: eficacia y perspectivas”, en la cual se abordan los principales compuestos fitogénicos, sus mecanismos de acción y el papel potencial de la curcumina. El Capítulo 3 describe el resultado del experimento realizado para evaluar el efecto de la curcumina sobre la salud intestinal de lechones al destete.

1.5 Literatura citada.

- Ambrogi, A., Busso, J., Carranza, A., & Cola, G. Di. (2020). *Enfermedades y patologías de los porcinos* (1a ed). UniRío Editora.
- Avanço, G. B., Ferreira, F. D., Bonfim, N. S., Santos, P. A. de S. R. dos, Peralta, R. M., Brugnari, T., Mallmann, C. A., Abreu Filho, B. A. de, Mikcha, J. M. G., & Machinski Jr., M. (2017). Curcuma longa L. essential oil composition, antioxidant effect, and effect on *Fusarium verticillioides* and fumonisin production. *Food Control*, 73, 806–813. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.09.032>
- Bomba, L., Minuti, A., Moisés, S. J., Trevisi, E., Eufemi, E., Lizier, M., Chegdani, F., Lucchini, F., Rzepus, M., Prandini, A., Rossi, F., Mazza, R., Bertoni, G., Loo, J. J., & Ajmone-Marsan, P. (2014). Gut response induced by weaning in piglet features marked changes in immune and inflammatory response. *Functional and Integrative Genomics*, 14(4), 657–671. <https://doi.org/10.1007/s10142-014-0396-x>
- Caballero Leandro, D. N. L. (2018). *Efecto de la inclusión de la harina de galleta dulce rica en glutamina y ácido glutámico en dieta de lechones post destete sobre el comportamiento productivo y rentabilidad económica* [Tesis de licenciatura, Universidad Privada Antenor Orrero]. Repositorio UPAO. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/4109>
- Caicedo, W., Chinque, D. M., & Grefa, V. J. (2022). Phytobiotic additives and their effect on the productive performance of pigs. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 56(2). <https://orcid.org/0000-0002-9212-2886>
- Gan, Z., Wei, W., Wu, J., Zhao, Y., Zhang, L., Wang, T., & Zhong, X. (2019). Resveratrol and Curcumin Improve Intestinal Mucosal Integrity and Decrease m6A RNA Methylation in the Intestine of Weaning Piglets. *ACS Omega*, 4(17), 17438–17446. <https://doi.org/10.1021/acsomega.9b02236>

- Haro, G. M. P. (2015). *Efecto de los Aceites Esenciales de Plantas Aromático-Medicinales en la Fase de Transición de Animales Monogástricos* [Tesis de doctorado, Universidad de Murcia]. <http://hdl.handle.net/20.500.11914/1002>
- Huang, C. M., & Lee, T. T. (2018). Immunomodulatory effects of phytochemicals in chickens and pigs — A review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 31(5), 617–627. <https://doi.org/10.5713/ajas.17.0657>
- Ilseley, S. E., Miller, H. M., & Kamel, C. (2005). Effects of dietary quillaja saponin and curcumin on the performance and immune status of weaned piglets. *Journal of Animal Science*, 83(1), 82–88. <https://doi.org/10.2527/2005.83182x>
- Millet, S., & Maertens, L. (2011). The European ban on antibiotic growth promoters in animal feed: From challenges to opportunities. *The Veterinary Journal*, 187(2), 143–144. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2010.05.001>
- Parra Alarcón, E. A., Hijuitl Valeriano, T. D. J., Mariscal Landín, G., & Reis de Souza, T. C. (2022). Concentrado de proteína de papa: una posible alternativa al uso de antibióticos en las dietas para lechones destetados. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 13(2), 510–524. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v13i2.5980>
- Recharla, N., Balasubramanian, B., Song, M., Puligundla, P., Kim, S. K., Jeong, J. Y., & Park, S. (2021). Dietary turmeric (*Curcuma longa* L.) supplementation improves growth performance, short-chain fatty acid production, and modulates bacterial composition of weaned piglets. *Journal of Animal Science and Technology*, 63(3), 575–592. <https://doi.org/10.5187/jast.2021.e55>

2. FITOBIÓTICOS COMO PROMOTORES DE CRECIMIENTO EN LECHONES AL DESTETE: EFICACIA Y PERSPECTIVAS

Bautista-Pascual B.^{1*}, Vallejo-Hernández LH.¹, Rodríguez Fierros FL.², Pérez Rodríguez MJ¹, Ruíz Flores A.¹, Chávez Delgadillo Elías³.

¹Posgrado en Producción Animal, Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo.

²Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro.

³Agropecuaria FC S.A. de CV., Teotihuacán, México.

*Correspondencia: zoobeatrizbp@gmail.com

RESUMEN

El destete es una fase crítica en la producción porcina debido a la alta incidencia de trastornos gastrointestinales, en particular de las diarreas posdestete. Debido a la creciente preocupación por la resistencia bacteriana, es fundamental buscar alternativas nutricionales que preserven el desempeño productivo y la integridad intestinal. Los fitobióticos, compuestos derivados de plantas, se han consolidado como una alternativa funcional gracias a sus diversas propiedades biológicas. El objetivo de este estudio fue analizar el papel de los fitobióticos como promotores de crecimiento en lechones al destete. Este artículo revisa los principales tipos de fitobióticos utilizados en lechones destetados y sintetiza la evidencia disponible sobre sus efectos en la integridad intestinal y en el rendimiento productivo. Los resultados obtenidos muestran mejoras en la ganancia de peso, la eficiencia alimenticia y la reducción de las diarreas. Se concluye que los fitobióticos representan una alternativa viable para fortalecer la salud intestinal y reducir el uso de antibióticos en la porcicultura.

Palabras clave: salud intestinal, diarrea posdestete, extractos herbales.

ABSTRACT

Weaning is a critical phase in pig production due to the high incidence of gastrointestinal disorders, particularly post-weaning diarrhea. Due to growing concerns about bacterial resistance, it is essential to seek nutritional alternatives that preserve productive performance and intestinal integrity. Phytobiotics, plant-derived compounds, have established themselves as a functional alternative thanks to their diverse biological properties. The objective of this study was to analyze the role of phytobiotics as growth promoters in weaned piglets. This article reviews the main types of phytobiotics used in weaned piglets and summarizes the available evidence of their effects on intestinal integrity and growth performance. The results obtained show improvements in weight gain and feed efficiency, and a reduction in diarrhea incidence. It is concluded that phytobiotics represent a viable alternative for strengthening intestinal health and reducing antibiotic use in pig farming.

Keywords: intestinal health, post-weaning diarrhea, herbal extracts.

Introducción

El periodo de transición del destete se caracteriza por mayor susceptibilidad a infecciones y trastornos gastrointestinales, entre los cuales la diarrea representa uno de los principales problemas productivos. Diversos factores como cambios en la dieta, uso de antibióticos y cambios en el desarrollo de la microbiota intestinal pueden modificar las comunidades microbianas y aumentar la incidencia de diarrea en los lechones (Zhang et al., 2016). Además, el destete se caracteriza por una baja ingesta de alimentos y altos contenidos de proteína dietética, que aumentan la incidencia de enfermedades gastrointestinales, las cuales pueden afectar las vellosidades intestinales e incluso provocar su atrofia, alterar la permeabilidad intestinal y favorecer la colonización de patógenos como *Escherichia coli*. Estas infecciones suelen prevenirse y tratarse con antibióticos o aditivos antimicrobianos, sin embargo, es fundamental analizar los beneficios y las posibles desventajas del uso de antibióticos, especialmente frente a la creciente preocupación por la resistencia bacteriana (de Vries & Smidt, 2020).

En este contexto, los compuestos fitogénicos o fitobióticos surgieron como una alternativa natural a los antibióticos promotores de crecimiento (AGP, por sus siglas en inglés). Estos compuestos poseen propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, antimicrobianas, además de tener beneficios para la microbiota intestinal, que pueden contribuir al mantenimiento de la salud y salud animal (Cho et al., 2025; Santos et al., 2025). El objetivo de esta revisión fue analizar el papel de los fitobióticos como promotores de crecimiento en lechones al destete, destacando sus mecanismos de acción, su eficacia en el desempeño productivo y sus perspectivas como una opción natural ante el uso de antibióticos.

Uso de antibióticos y sus implicaciones

El uso de antibióticos en dosis subterapéuticas, como aditivos alimentarios en la dieta de los animales, ha contribuido a mejorar el crecimiento y a prevenir enfermedades. Sin embargo, existe una correlación desfavorable entre la aplicación de antibióticos y la aparición de resistencia a estos, lo cual representa un riesgo importante para la salud pública (Sankar, 2023).

La aparición y propagación de la resistencia antimicrobiana en la producción animal es difícil de evaluar debido a la compleja interconexión entre humanos, animales y el ambiente. Aunque los alimentos representen una posible vía de transmisión del ganado a las personas, aún no existe evidencia concluyente que lo confirme (FAO, 2016).

En la actualidad, la nutrición no solo se ha centrado en cubrir los requerimientos nutricionales, sino que también desempeñan un papel importante en la salud y bienestar de los humanos y los animales. Por lo que el uso de aditivos alimentarios para mantener la salud y reducir riesgos de enfermedades se ha vuelto fundamental (Caprarulo et al., 2023).

Debido al uso de los AGP se ha reportado la prevalencia de resistencia antimicrobiana, estos antibióticos modifican la microbiota intestinal, por lo que, la producción animal funciona como una fuente de bacterias resistentes y genes de resistencia que pueden transferirse entre animales, ambiente y humanos (You & Silbergeld, 2014). Este tipo de hallazgos subraya que, si bien los antibióticos pueden mejorar la salud y la productividad a corto plazo, también dejan consecuencias a largo plazo en la ecología intestinal y en la resistencia antimicrobiana.

La prohibición del uso de AGP en la producción animal, implementada en diversos países por motivos de salud pública, evidenció nuevos desafíos, como la disbiosis intestinal y el aumento de la presencia de enfermedades entéricas. Esta situación ha impulsado el desarrollo y evaluación de nuevas alternativas que permitan preservar el rendimiento productivo y la integridad intestinal (Cho et al., 2025).

Fitobióticos

Entre de las alternativas más recientes se encuentran los fitobióticos, compuestos bioactivos naturales derivados del metabolismo secundario de las plantas, como hierbas, especias, aceites esenciales y extractos vegetales (Wang et al., 2024; Windisch et al., 2008). Su origen se relaciona con los mecanismos de defensa de las plantas frente a patógenos, herbívoros y estrés ambiental, lo que explica su amplia variedad de propiedades biológicas (Valenzuela-Grijalva et al., 2017). Estos compuestos se han utilizado tradicionalmente para mejorar la productividad y la salud de los animales (Singh & Gaikwad, 2020).

La complejidad química de los fitobióticos es que puede incluir cientos de compuestos bioactivos en una sola formulación, genera interacciones sinérgicas que potencian sus efectos biológicos (Singh & Gaikwad, 2020). Los fitoquímicos pueden actuar mediante diversos mecanismos, incluyendo la actividad enzimática, la alteración endocrina, la regulación de la membrana plasmática y la vía de unificación (Li et al., 2021)

Considerando estos mecanismos, diversos estudios que han evaluado el efecto de distintos fitobióticos en el desempeño productivo y la salud intestinal de lechones destetados reportan efectos positivos en la microbiota, la integridad intestinal y regulación de la respuesta inmunitaria. La suplementación con extractos vegetales o mezclas de compuestos naturales pueden favorecer el equilibrio microbiano intestinal, promover una mejor absorción de nutrientes y reducir la incidencia de diarreas posdestete. Además, se ha observado que la respuesta varía según la combinación de ingredientes, la dosis empleada y la duración del tratamiento (Lillehoj et al., 2018). En conjunto la evidencia científica sugiere que los fitobióticos actúan mediante mecanismos complementarios, contribuye al mantenimiento de la salud intestinal y a mejorar el desempeño de los animales en esta etapa crítica. Los principales hallazgos de estas investigaciones se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Efectos de diferentes fitobióticos en lechones destetados

<i>Fitobiótico utilizado</i>	<i>Características del experimento</i>	<i>Dosis</i>	<i>Resultados clave</i>	<i>Autor(es)</i>
<i>Extracto de orégano</i>	Alimentación durante 21 d.	PHY ^a (0 o 0.05 % en la dieta) vs. AGP ^b : 0 o 390 mg de clortetraciclina + 33 mg de tiamulina kg ⁻¹ de dieta.	Mayor altura de las vellosidades yeyunales (p < 0.05). Sin efecto sobre el peso corporal.	(Duarte & Kim, 2022)
<i>Mezcla de aceites esenciales (EO)</i>	Control, AGP ^b , EO y extracto de plantas (PEO). Durante 56 días.	AGP ^b : bacitracina 0.5 g kg ⁻¹ EO: 0.3 g kg ⁻¹ y 0.4 g kg ⁻¹ de <i>C. zeylanicum</i> y <i>T. copticum</i> PEO: 2.8 g kg ⁻¹ y 1.4 g kg ⁻¹ de <i>M. micrantha</i> + <i>G. lanceifolia</i> + aceites esenciales	Mayor población de <i>Lactobacillus</i> spp. (p < 0.01) en EO y PEO. Menor población de enterobacterias en EO respecto al control.	(Samanta et al., 2021)
<i>Extractos de cítricos, aceites esenciales o polifenoles</i>	7 tratamientos; desafío con <i>E. coli</i> F18 durante 21 días (7 pre + 14 pos).	0.01–0.10 % de inclusión según PHY ^a	Los PHYs ↑ GDP ^c y eficiencia alimenticia, ↓ puntaje fecal y TNF-α; PHY3 mejoró IgA, IgG y morfología ileal (↑ vellosidades, ↑ claudina-1, ↓ calprotectina).	(Chang et al., 2022)
<i>Aceites esenciales, mucílagos y flavonoides</i>	Control vs. PHY ^a comercial durante 5 semanas.	1 kg t ⁻¹ de alimento de aceites esenciales, mucílagos y flavonoides.	Aumentó el peso corporal y mejor salud general, así como la diversidad microbiana intestinal.	(Yu et al., 2024)
<i>Mezcla de aceites esenciales</i>	Control +, control -, PHY1, PHY2; desafío con <i>E. coli</i> F18+ O138. 14 d (7 adaptación + 7 posdesafío)	Control: +: animales desafiados; -: no desafiados. PHY1: 200 g (100 kg) ⁻¹ PHY2: PHY + 2000 ppm SCFA ^d y MCFA ^e	Menor frecuencia de diarreas (9.52 %) que los controles (33.33 y 14.29 %)	(Caprarulo et al., 2023)

^a fitobióticos, ^b antibiótico como promotor de crecimiento, ^c ganancia diaria de peso, ^d ácidos grasos de cadena corta, ^e ácidos grasos de cadena mediana.

Cúrcuma como fitobiótico

La cúrcuma (*Curcuma longa* L.), perteneciente a la familia Zingiberaceae, es una planta de origen asiático cuyo rizoma color anaranjado se utiliza tradicionalmente como especia (Mesa et al., 2000). Su composición incluye principalmente carbohidratos (69.4 %), grasas (5.1 %), proteínas (6.3 %) y minerales (3.5 %), además de una humedad cercana al 13.1 % (Recharla et al., 2021). Los compuestos activos más destacados son los curcuminoides, principalmente curcumina (60–70 %), demetoxicurcumina (20–27 %) y bisdemetoxicurcumina (10–15 %), cuyas concentraciones dependen del origen y condiciones de cultivo (López, 2020).

Esparza (2021) resalta que la cúrcuma posee capacidad antimicrobiana, presente en extractos, aceites y fibras del tallo, y es efectiva contra bacterias como *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* y *Salmonella spp.* Por su parte, Maneewan et al. (2012) señalan que la cúrcuma también presenta propiedades antifúngicas, inmunomoduladoras y antioxidantes. Debido a estas propiedades, existe interés en su uso como alternativa a los antibióticos promotores de crecimiento. Sin embargo, aún existen estudios limitados sobre su influencia directa en la salud intestinal, lo que evidencia la necesidad de continuar investigando sus mecanismos de acción.

Entre de los compuestos fitoquímicos presentes en la cúrcuma se encuentran curcuminoides, terpenoides, flavonoides, ácidos orgánicos y fenoles. La curcumina, también llamada diferuloilmetano, es el principal polifenol de esta planta; su fórmula molecular es $C_{21}H_{20}O_6$, con un peso molecular de 368.91 g mol⁻¹ y una temperatura de fusión de 183 °C (Esparza, 2021). A pesar de sus propiedades, una de las principales limitantes de la curcumina es su baja solubilidad en agua, lo que afecta su absorción intestinal. López (2020) señala que, al ser una molécula lipofílica, presenta baja estabilidad y un metabolismo rápido, lo que limita su biodisponibilidad en el organismo. Aun con estas limitantes de biodisponibilidad, algunos estudios han evaluado la eficacia de la cúrcuma cuando se incluye en la dieta de lechones (Cuadro 2).

En conjunto, los estudios revisados muestran que la suplementación con cúrcuma o curcumina en lechones destetados mejora parámetros como salud intestinal y desempeño productivo. Es importante recalcar que estos resultados pueden variar según la dosis, la forma de administración y la duración del tratamiento. En la mayoría de los trabajos se obtuvo una mejor ganancia de peso y eficiencia alimenticia, incluso en lechones desafiados con *E. coli*, también se reportó que mejoró la altura de las vellosidades y disminuyó la profundidad de las criptas, además reguló la inflamación y estimuló la respuesta inmune de los animales.

Cuadro 2. Efectos de la cúrcuma en lechones destetados.

<i>Características del experimento</i>	<i>Dosis</i>	<i>Resultados clave</i>	<i>Autor(es)</i>
<i>Destetados a los 21 días. Desafiados con E. coli. 21 días.</i>	A: control (DB ^a) B: DB ^a + 50 mg kg ⁻¹ quinocetona; C, D y E: DB ^a + 200, 300 y 400 mg kg ⁻¹ de curcumina, respectivamente.	D y E mejoraron la CA ^b y la morfología intestinal, ↓ la profundidad de la cripta y la inflamación.	(Xun et al., 2015)
<i>Destetados a los 28 días. Alimentados durante 21 días.</i>	T1: DB ^a comercial T2: DB ^a + 0.5 ml kg ⁻¹ de CN ^c T3: DB ^a + 1.0 ml kg ⁻¹ de CN ^c	T2 y T3 mejoraron el rendimiento y la eficiencia alimenticia. ↓ el colesterol sérico, bacterias coliformes fecales y gas amoníaco.	(Moniruzzaman et al., 2021)
<i>Destetados a los 28 días y alimentados durante 6 semanas.</i>	T1: DB ^a ; T2: DB ^a + 1% de cúrcuma por kg de alimento.	T2 mejoró el peso corporal, la GDP ^d , la relación vellosidad:cripta. Las concentraciones de AGCC ^e en heces fueron mayores y modificó la microbiota intestinal.	(Recharla et al., 2021)
<i>Destetados a los 28 días.</i>	Control (+): DB ^a + mezcla de antibióticos; (-): DB ^a sin antibióticos. RC ^f (1): DB ^a + 300 mg kg ⁻¹ y (2): DB ^a + 100 mg kg ⁻¹ . PHY7 (3): DB ^a + 300 mg kg ⁻¹ resveratrol y (4): DB ^a + 300 mg kg ⁻¹ de curcumina.	Control + y 4 ↓ <i>E. coli</i> . Tratamientos del 1-4 ↓ la señal proinflamatoria y ↑ la secreción de inmunoglobulinas en el intestino.	(Gan et al., 2019)
<i>Destetados a los 28 días. Alimentados hasta las 12 semanas de edad.</i>	Control (+): DB ^a + 3.1 kg T ⁻¹ ZnO; (-): DB ^a . PHY ^g : DB ^a + 1 kg T ⁻¹ PHY ^g con curcumina, germen de trigo y quelato de zinc.	PHY ^g mejoró la CA ^b , redujo las bacterias coliformes y favoreció una microbiota más equilibrada.	(Juhász et al., 2022)

^a dieta basal, ^b conversión alimenticia, ^c nanoesferas de curcumina, ^d ganancia diaria de peso, ^e ácidos grasos de cadena corta, ^f resveratrol y curcumina, ^g fitobiótico.

Conclusiones

La evidencia científica disponible demuestra que los fitobióticos representan una alternativa prometedora para mejorar la salud y el rendimiento productivo de los lechones durante el destete, una etapa caracterizada por estrés nutricional, inmunológico y microbiológico. Diversos fitobióticos pueden ser una alternativa al uso de antibióticos promotores de crecimiento. No obstante, se requiere profundizar en la estandarización de las dosis, las formas de administración, sus efectos a largo plazo y su viabilidad económica en condiciones comerciales.

Literatura citada

- Caprarulo, V., Turin, L., Hejna, M., Reggi, S., Dell'Anno, M., Riccaboni, P., Trevisi, P., Luise, D., Baldi, A., & Rossi, L. (2023). Protective effect of phytogenic plus short and medium-chain fatty acids-based additives in enterotoxigenic *Escherichia coli* challenged piglets. *Veterinary Research Communications*, 47(1), 217–231. <https://doi.org/10.1007/s11259-022-09945-0>
- Chang, S. Y., Song, M. H., Lee, J. H., Oh, H. J., Kim, Y. J., An, J. W., Go, Y. Bin, Song, D. C., Cho, H. Ah., Cho, S. Y., Kim, D. J., Kim, M. S., Kim, H. B., & Cho, J. H. (2022). Phytogenic feed additives alleviate pathogenic *Escherichia coli*-induced intestinal damage through improving barrier integrity and inhibiting inflammation in weaned pigs. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 13(1), 107. <https://doi.org/10.1186/s40104-022-00750-y>
- Cho, S., Nyachoti, C. M., & Kim, I. H. (2025). Silymarin as a feed additive in swine and poultry production: a comprehensive review. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 16(1). <https://doi.org/10.1186/s40104-025-01260-3>
- de Vries, H., & Smidt, H. (2020). Microbiota development in piglets. In C. Farmer (Ed.), *The suckling and weaned piglet* (pp. 179–205). Wageningen Academic Publishers. https://doi.org/10.3920/978-90-8686-894-0_7
- Duarte, M. E., & Kim, S. W. (2022). Phytobiotics from Oregano Extracts Enhance the Intestinal Health and Growth Performance of Pigs. *Antioxidants*, 11(10). <https://doi.org/10.3390/antiox11102066>
- Esparza, Z. I. N. (2021). *Cúrcuma (Curcuma longa): Una revisión bibliográfica del procesamiento, propiedades funcionales y capacidad antimicrobiana [Tesis de licenciatura, Universidad de Chile]*.
- FAO. (2016). *Drivers, dynamics and epidemiology of antimicrobial resistance in animal production*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/feed-safety/resources/resources-details/en/c/452608/>
- Gan, Z., Wei, W., Wu, J., Zhao, Y., Zhang, L., Wang, T., & Zhong, X. (2019). Resveratrol and Curcumin Improve Intestinal Mucosal Integrity and Decrease m6A RNA Methylation in the Intestine of Weaning Piglets. *ACS Omega*, 4(17), 17438–17446. <https://doi.org/10.1021/acsomega.9b02236>

- Juhász, Á., Molnár-Nagy, V., Bata, Z., Tso, K. H., Mayer, Z., & Posta, K. (2022). Alternative to ZnO to establish balanced intestinal microbiota for weaning piglets. *PLoS ONE*, 17(3). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0265573>
- Li, L., Sun, X., Zhao, D., & Dai, H. (2021). Pharmacological Applications and Action Mechanisms of Phytochemicals as Alternatives to Antibiotics in Pig Production. *Frontiers in Immunology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.798553>
- Lillehoj, H., Liu, Y., Calsamiglia, S., Fernandez-Miyakawa, M. E., Chi, F., Cravens, R. L., Oh, S., & Gay, C. G. (2018). Phytochemicals as antibiotic alternatives to promote growth and enhance host health. *Veterinary Research*, 49(1). <https://doi.org/10.1186/s13567-018-0562-6>
- López, G. A. M. (2020). *Uso de la nanotecnología para optimizar la biodisponibilidad de curcumina* [Tesis de maestría, Centro de investigación y estudios avanzados del Instituto Politécnico Nacional].
- Maneewan, C., Yamauchi, K., Mekbungwan, A., Maneewan, B., & Siri, S. (2012). Effect of turmeric (*Curcuma longa* Linnaeus) on growth performance, nutrient digestibility, hematological values, and intestinal histology in nursery pigs. *Journal of Swine Health and Production*, 20(5), 231–240. <https://doi.org/10.54846/jshap/736>
- Mesa, M., Ramírez, M., Aguilera, C., Ramírez, A., & Gil, A. (2000). Pharmacological and nutritional effects of *Curcuma longa* L. extracts and curcuminoids. *Ars Pharmaceutica*, 41(3).
- Moniruzzaman, M., Kim, H., Shin, H., Kim, H., Kim, N., Chin, S., Karthikeyan, A., Choi, H., Kim, G., & Min, T. (2021). Evaluation of Dietary Curcumin Nanospheres in a Weaned Piglet Model. *Antibiotics*, 10(11), 1280. <https://doi.org/10.3390/antibiotics10111280>
- Recharla, N., Balasubramanian, B., Song, M., Puligundla, P., Kim, S. K., Jeong, J. Y., & Park, S. (2021). Dietary turmeric (*Curcuma longa* L.) supplementation improves growth performance, short-chain fatty acid production, and modulates bacterial composition of weaned piglets. *Journal of Animal Science and Technology*, 63(3), 575–592. <https://doi.org/10.5187/jast.2021.e55>
- Samanta, A. K., Gali, J. M., Dutta, T. K., Rajkhowa, T. K., Mandal, G. P., & Patra, A. K. (2021). Effect of dietary phytobiotic mixture on growth performance, nutrient utilization, and immunity in weaned piglets. *Tropical Animal Health and Production*, 53(5). <https://doi.org/10.1007/s11250-021-02910-0>
- Sankar, T. V. (2023). Antimicrobial Resistance Through Food: Role of Food Safety Management System. In Mukteswar Prasad Mothadaka, Murugadas Vaiyapuri, Madhusudana Rao Badireddy, Chandragiri Nagarajrao Ravishankar, & Joykrushna Jena (Eds.), *Handbook on Antimicrobial Resistance: Current Status, Trends in Detection and Mitigation Measures* (pp. 873–887). Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-99-7334-3_43

- Santos, M. K. R., Seghetto, R., Hauptli, L., Paiano, D., da Silva, A. S., Benetti Filho, V., Wagner, G., & de Oliveira Moraes, P. (2025). Blended phytogenics as an alternative to growth-promoting antibiotics in newly weaned piglets. *Tropical Animal Health and Production*, 57(1). <https://doi.org/10.1007/s11250-024-04225-2>
- Singh, J., & Gaikwad, D. S. (2020). Phytogenic Feed Additives in Animal Nutrition. In *Natural Bioactive Products in Sustainable Agriculture* (pp. 273–289). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-3024-1_13
- Valenzuela-Grijalva, N. V., Pinelli-Saavedra, A., Muhlia-Almazan, A., Domínguez-Díaz, D., & González-Ríos, H. (2017). Dietary inclusion effects of phytochemicals as growth promoters in animal production. *Journal of Animal Science and Technology*, 59(1), 8. <https://doi.org/10.1186/s40781-017-0133-9>
- Wang, J., Deng, L., Chen, M., Che, Y., Li, L., Zhu, L., Chen, G., & Feng, T. (2024). Phytogenic feed additives as natural antibiotic alternatives in animal health and production: A review of the literature of the last decade. *Animal Nutrition*, 17, 244–264. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2024.01.012>
- Windisch, W., Schedle, K., Plitzner, C., & Kroismayr, A. (2008). Use of phytogenic products as feed additives for swine and poultry¹. *Journal of Animal Science*, 86(suppl_14), E140–E148. <https://doi.org/10.2527/jas.2007-0459>
- Xun, W., Shi, L., Zhou, H., Hou, G., Cao, T., & Zhao, C. (2015). Effects of curcumin on growth performance, jejunal mucosal membrane integrity, morphology and immune status in weaned piglets challenged with enterotoxigenic Escherichia coli. *International Immunopharmacology*, 27(1), 46–52. <https://doi.org/10.1016/j.intimp.2015.04.038>
- You Y., & Silbergeld E. K. (2014). Learning from agriculture: understanding low-dose antimicrobials as drivers of resistome expansion. *Frontiers in Microbiology*, 5. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2014.00284>
- Yu, S. J., Morris, A., Kayal, A., Milošević, I., Van, T. T. H., Bajagai, Y. S., & Stanley, D. (2024). Pioneering gut health improvements in piglets with phytogenic feed additives. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 108(1). <https://doi.org/10.1007/s00253-023-12925-2>
- Zhang, Z., Cao, L., Zhou, Y., Wang, S., & Zhou, L. (2016). Analysis of the duodenal microbiotas of weaned piglet fed with epidermal growth factor-expressed *Saccharomyces cerevisiae*. *BMC Microbiology*, 16(1). <https://doi.org/10.1186/s12866-016-0783-7>

3. EFECTO DE LA CURCUMINA EN LA SALUD INTESTINAL EN LECHONES AL DESTETE

Resumen

Este estudio evaluó el efecto de la curcumina sobre el desempeño productivo y la salud intestinal de lechones destetados. Se utilizaron 45 lechones distribuidos en tres tratamientos: control: dieta comercial; dosis baja: dieta + 200 mg de curcumina Kg⁻¹ de alimento consumido; dosis alta: dieta + 400 mg de curcumina Kg⁻¹ de alimento consumido. La ganancia de peso se registró en los días 0, 11 y 21 del experimento; la incidencia de diarreas se evaluó diariamente durante 21 días; y la citología fecal y el hemograma se realizaron en los días 0 y 21. Los lechones suplementados con la dosis baja presentaron menor incidencia de diarreas en comparación con el grupo control, lo que indica un efecto positivo del tratamiento sobre la salud intestinal. Asimismo, los lechones de este tratamiento mostraron mayor peso al final del experimento, lo que sugiere efectos sobre la ganancia de peso. La curcumina representa una alternativa viable como aditivo en la alimentación de lechones destetados, al mejorar la salud intestinal y el desempeño productivo sin efectos adversos, lo que potencialmente contribuye a la reducción del uso de antibióticos en la producción porcina. No obstante, es necesario considerar estrategias que permitan reducir los costos de inclusión, a fin de favorecer su aplicación a nivel productivo.

Palabras clave: cúrcuma, diarrea posdestete, desempeño productivo.

Abstract

This study evaluated the effect of curcumin on the growth performance and gut health of weaned piglets. A total of 45 piglets were divided into three treatment groups: control: commercial diet; low dose: diet supplemented with 200 mg of curcumin per kg of feed; high dose: diet supplemented with 400 mg of curcumin per kg of feed. Weight gain was recorded on days 0, 11, and 21 of the experiment; diarrhea incidence was assessed daily for 21 days; and fecal cytology and blood counts were performed on days 0 and 21. Piglets supplemented with low dose showed a lower incidence of diarrhea compared to the control group, indicating a positive effect on intestinal health. They also had a higher weight, suggesting a positive effects on weight gain. Curcumin represents a viable feed additive for weaned piglets, as it improves gut health and production performance without adverse effects, potentially contributing to a reduction in antibiotic use in swine production. However, strategies to reduce inclusion costs should be considered to facilitate its adoption at the production level.

Keywords: turmeric, weaning diarrhea, growth performance.

3.1 Introducción

El destete de los lechones es un periodo crítico que se caracteriza por la presencia de diarrea, trastornos digestivos, alteraciones en la microbiota intestinal y una disminución del rendimiento en el crecimiento. Esta reducción en el crecimiento se debe a factores de estrés; ambientales, nutricionales y sociales, cuyos efectos se acumulan y afectan la respuesta inmunitaria del lechón, reduciendo el consumo de alimento, limitando las tasas de crecimiento y aumentando la susceptibilidad a patógenos (Heo et al., 2013; Upadhaya & Kim, 2021).

Los antibióticos se han usado como promotores de crecimiento en la producción animal para mejorar el rendimiento, eficiencia alimenticia y el crecimiento del animal, además de reducir las enfermedades (Recharla et al., 2021). Sin embargo, la preocupación por el desarrollo de resistencia a los antibióticos llevó a prohibir el uso de estos como promotores de crecimiento en la Unión Europea, llevando a la búsqueda de nuevas alternativas a los antibióticos (Gaggia et al., 2010).

Los fitobióticos son compuestos bioactivos naturales derivados de plantas que se proponen como una alternativa a los antibióticos debido a su capacidad para mejorar el rendimiento del crecimiento y la salud animal (Pandey et al., 2023). Estos compuestos poseen propiedades antioxidantes y antiinflamatorias, y mejoran la microbiota intestinal, lo que favorece una mayor absorción de nutrientes, una mejor eficiencia alimentaria y un incremento en la ganancia de peso (Rachwa & Gustaw, 2025).

La cúrcuma (*Curcuma longa*), perteneciente a la familia Zingiberaceae, es una planta herbácea rizomatosa y perenne (Shah et al., 2022). Se ha confirmado que contiene diversos compuestos bioactivos con potencial para el tratamiento de enfermedades inflamatorias y digestivas (Tian et al., 2025). Entre éstos, la curcumina es su principal compuesto fenólico, y se han demostrado que mejora el rendimiento del crecimiento, la integridad de la mucosa intestinal, la morfología y el estado inmunológico de los cerdos destetado. Asimismo, estudios reportan

que la suplementación con curcumina incrementa la longitud de las vellosidades intestinales, la eficiencia alimenticia y la capacidad antioxidante, además de disminuir la expresión de citocinas proinflamatorias (Niu et al., 2019; Orzuna-Orzuna, 2025). El objetivo de esta investigación es evaluar el efecto de la suplementación con curcumina como aditivo fitobiótico en dietas de lechones destetados.

3.2 Materiales y Métodos

3.2.1 Animales, instalaciones y manejo

Se utilizaron 45 lechones con 21 días de edad. Previo al experimento, se estableció un período de adaptación al alimento de siete días. A los 28 días de edad, los lechones fueron homogenizados por peso y distribuidos aleatoriamente en los tratamientos de estudio (Cuadro 1, Anexo 1), los cuales se mantuvieron hasta los 42 días de edad.

Cuadro 1. Tratamientos experimentales.

Tratamiento	Composición	Unidades experimentales	Animales por unidad experimental
Control	Alimento comercial	5	3
Dosis baja	Alimento comercial + curcumina (200 mg kg ⁻¹ de alimento)	5	3
Dosis alta	Alimento comercial + curcumina (400 mg kg ⁻¹ de alimento)	5	3

Todos los lechones experimentales se alojaron en jaulas elevadas con pisos de plástico tipo *slat*, equipadas con comederos y bebederos automáticos para permitir el acceso *ad libitum* al alimento y agua durante todo el experimento (Anexo 2).

3.2.2 Variables evaluadas

Variables productivas

Durante la fase experimental se evaluó ganancia diaria de peso¹ (GDP) para lo cual los lechones fueron pesados al inicio (día 0), al día 11 y al día 21 del experimento. Asimismo, se determinó la ingesta diaria promedio de alimento² (IDA) y conversión alimenticia³ (CA) calculadas mediante las siguientes ecuaciones:

Ganancia diaria de peso¹:

$$GDP = \frac{\text{Peso final} - \text{Peso inicial}}{\text{días transcurridos}}$$

Ingesta diaria promedio de alimento²:

$$IDA = \frac{\text{Cantidad ofrecida} - \text{Residuo de alimento}}{\text{Número de animales por corral}}$$

Conversión alimenticia³:

$$CA = \frac{\text{Alimento consumido}}{\text{Variación de peso vivo (kg)}}$$

Salud intestinal

Se realizó un monitoreo diario matutino mediante la observación de la consistencia de las heces de cada animal en cada unidad experimental para evaluar la incidencia y la severidad de las diarreas. La consistencia fecal se evaluó según la escala de calificaciones del 0 al 3, descrita por Reis de Souza (2010) (Cuadro 2, Anexo 3).

Cuadro 2. Escala de evaluación de diarreas en lechones.

Escala	Características
0	Heces normales
1	Diarrea ligera, heces pastosas
2	Diarrea moderada, semi-líquida
3	Diarrea severa, muy líquida

Citología fecal

Se tomaron muestras de heces mediante hisopado rectal de dos animales por unidad experimental al inicio y al final del experimento. De cada muestra se realizó un frotis en un portaobjetos, el cual se fijó y tiñó mediante colorante tipo Romanoski utilizando tinción de Diff Quik de tres tiempos y se observaron al microscopio para identificar la presencia o ausencia de células inflamatorias (Valenciano & Cowell, 2020).

Muestras de sangre

De los mismos lechones seleccionados para el muestreo de citología fecal, se obtuvieron muestras de sangre, al inicio y al final del experimento. Las muestras se obtuvieron mediante punción de la vena yugular, recolectando 4 mL de sangre por animal en tubos con anticoagulante EDTA (Anexo 4). Posteriormente, se evaluó el porcentaje de hematocrito, sólidos totales, fibrinógeno, neutrófilos y leucocitos totales mediante el método descrito por Núñez Ochoa & Bouda (2007) en el laboratorio de Fisiología Animal del DEIS Zootecnia de la Universidad Autónoma Chapingo (Anexo 5 y 6). Además, se realizó un frotis sanguíneo de cada muestra, los cuales fueron teñidos con hemocolorante rápido para su análisis diferencial (Thrall et al., 2012, Anexo 7).

3.2.3 Análisis estadístico.

Los datos se analizaron mediante un diseño completamente al azar con tres tratamientos y cinco repeticiones. Para las variables productivas (peso por día, peso por fase y conversión alimenticia) y la salud intestinal, se utilizó un modelo lineal general (GLM) en SAS y las medias se compararon mediante la prueba de Tukey ($P < 0.05$).

El modelo estadístico (Variables productivas):

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + R_j + \beta(Sexo)_k + \beta(PD)_l + \varepsilon_{ijkl}$$

μ : Media general

T_i : Efecto del i-ésimo tratamiento

R_j : Efecto de la j-ésima repetición

$\beta(Sexo)_k$: Efecto del sexo

$\beta(PD)_l$: Efecto del peso al destete

ε_{ijkl} : Error aleatorio

El modelo estadístico (Salud intestinal):

$$Y_{ijklm} = \mu + T_i + R_j + Día_k + \beta(Sexo)_l + \beta(Temp)_m + \varepsilon_{ijklm}$$

Donde:

μ : Media general

T_i : Efecto del i-ésimo tratamiento

R_j : Efecto de la j-ésima repetición

$Día_k$: Efecto del k-ésimo día de evaluación

$\beta(Sexo)_l$: Efecto del sexo

$\beta(Temp)_m$: Efecto de la temperatura superficial del lechón

ε_{ijklm} : Error aleatorio

Los datos de citología fecal y de variables sanguíneas (hemograma, composición y análisis diferencial) se analizaron mediante modelo mixto con medidas repetidas en el tiempo, utilizando el procedimiento MIXED de SAS. La comparación de medias se realizó mediante el método de LSMEAN con ajuste de Tukey ($P < 0.05$).

El modelo estadístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + R_j + F_k + (T * F)_{ik} + \beta(Sexo)_l + \varepsilon_{ijkl}$$

Donde:

μ : Media general

T_i : Efecto del i-ésimo tratamiento

R_j : Efecto de la j-ésima repetición

F_k : Efecto de la k-ésima fase del experimento

$(T * F)_{ik}$: Interacción tratamiento por fase

$\beta(Sexo)_l$: Efecto del sexo

ε_{ijklm} : Error aleatorio

3.3 Resultados y Discusión

Variables productivas

Los resultados de las variables productivas (ganancia diaria de peso, peso al día 11 y 21 del experimento, consumo de alimento y conversión alimenticia) se presentan en el Cuadro 3. Las variables productivas por unidad experimental no presentaron diferencias ($P > 0.05$). En las variables productivas medidas individualmente durante la primera fase del experimento (día 11) no hubo diferencias ($P > 0.05$) en la ganancia diaria de peso. En la fase final del experimento (día 21), los lechones alimentados con la dosis baja de curcumina (200 mg de curcumina kg^{-1} de alimento) presentaron mayores ganancias de peso ($P = 0.02$) en comparación con los otros tratamientos. No se observaron diferencias en la conversión alimenticia ($P > 0.05$).

Cuadro 3. Efecto de la adición de curcumina sobre las variables productivas.

Variable	Control	Dosis baja (200 mg kg ⁻¹)	Dosis alta (400 mg kg ⁻¹)	Pr > F
Variables productivas por unidad experimental (UE)				
Ganancia diaria de peso (Kg día ⁻¹)	1.24 ± 0.09	1.58 ± 0.09	1.37 ± 0.09	0.0859
Peso 11 días (Kg)	33.74 ± 1.43	35.23 ± 1.71	32.76 ± 1.54	0.6507
Peso 21 días (Kg)	51.23 ± 1.95	56.06 ± 2.34	54.55 ± 2.10	0.3057
Consumo de alimento (Kg)	43.15 ± 3.47	48.49 ± 3.47	45.03 ± 3.47	0.5687
Conversión alimenticia	1.67 ± 0.12	1.44 ± 0.12	1.58 ± 0.12	0.4600
Variables productivas individuales				
Peso 11 días (Kg)	10.56 ± 0.31	11.26 ± 0.32	10.24 ± 0.31	0.0915
Peso 21 días (Kg)	16.01 ± 0.47 ^b	17.94 ± 0.49 ^a	17.01 ± 0.47 ^{ab}	0.0294

abc= literales diferentes por hilera indican diferencias estadísticas entre tratamientos (P<0.05).

En la figura 1 se muestra la evolución del peso a los 11 días del experimento (Fase 1) y a los 21 días del experimento (Fase 2). Durante la fase 1 no se encontraron diferencias entre los tratamientos, lo que puede deberse a que, durante el destete, el cambio de alimento provoca cambios morfológicos y funcionales en el tracto gastrointestinal, lo que afecta el consumo de alimento y, a su vez, dificulta el crecimiento inicial (Reis de Souza et al., 2012). Además Knecht et al. (2020) mencionan que el estrés del destete puede provocar trastornos digestivos y de absorción, lo que ocasiona un crecimiento más lento o incluso la pérdida de peso de los animales.

El tratamiento con dosis baja de curcumina presentó mayor peso en la fase 2 en comparación con los demás tratamientos, con un promedio de 17.94 ± 0.49 Kg. Estos resultados concuerdan con Moniruzzaman et al. (2021), quienes reportaron que lechones alimentados con 1 mL de nanopartículas de curcumina Kg⁻¹ de alimento, presentaron un mayor peso final a los 21 días en comparación a la dieta control. De manera similar, Recharla et al. (2021) reportaron que lechones alimentados con 1% (p/p) de cúrcuma en polvo se asoció con mayor peso corporal en la semana 6 del experimento respecto con el grupo control.

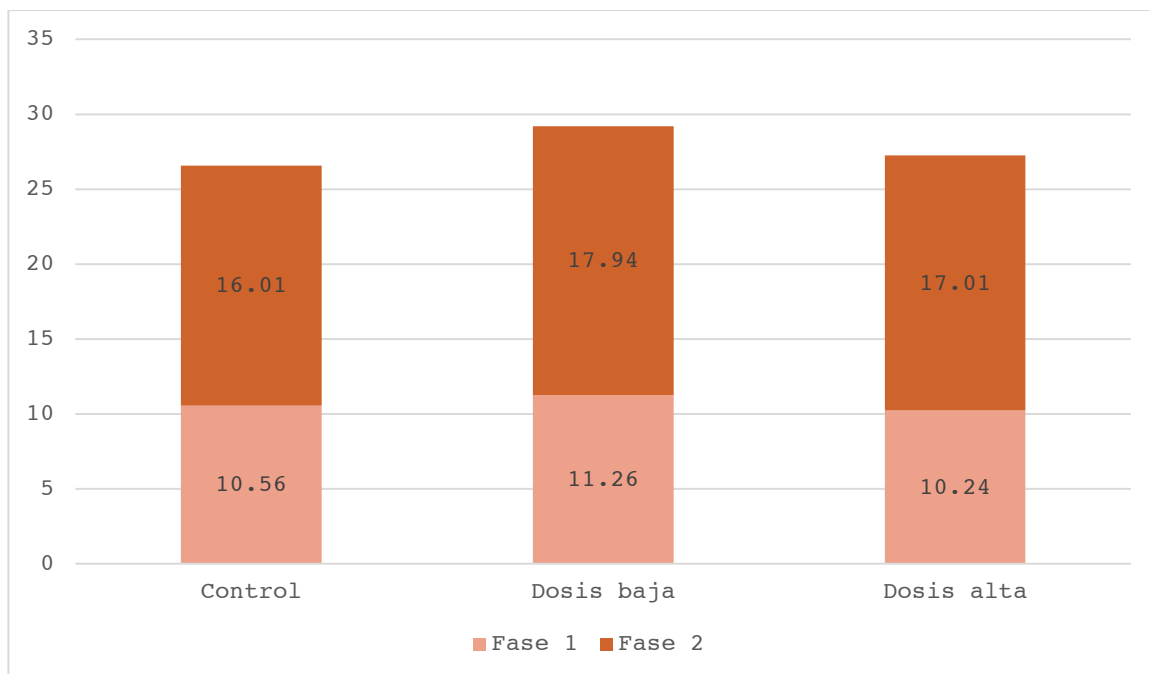


Figura 1. Peso corporal a lo largo del experimento.

Salud intestinal y citología fecal

Los resultados de la incidencia de diarreas y de la citología fecal se presentan en el Cuadro 4. Los tratamientos con inclusión de curcumina (dosis baja y dosis alta) no presentaron diferencias entre sí; sin embargo, la dosis baja de curcumina fue diferente al control. La inclusión de 200 mg de curcumina kg^{-1} de alimento, disminuyó la incidencia de diarreas ($P=0.0061$), se observó una incidencia de 0.74, en comparación con dosis alta 0.85 y control 0.95. Por otra parte, no se encontraron diferencias en el conteo de células inflamatorias en frotis de heces ($P>0.05$) por lo tanto, la reducción en la incidencia de diarrea puede estar más relacionada con la estabilización de la microbiota intestinal y la función de barrera que con una disminución directa de células inflamatorias observables en el lumen intestinal.

Cuadro 4. Efecto de la adición de curcumina sobre la salud intestinal y la citología fecal.

Variable	Control	Dosis baja (200 mg kg ⁻¹)	Dosis alta (400 mg kg ⁻¹)	Pr > F
Incidencia de diarreas	0.94 ± 0.04 ^a	0.74 ± 0.04 ^b	0.85 ± 0.04 ^{ab}	0.0061
Presencia de células inflamatorias en frotis de heces (Citología fecal)				
Neutrófilos	6.13 ± 0.58	5.41 ± 0.62	5.09 ± 0.54	0.4602
Eosinófilos	0.93 ± 0.15	1.03 ± 0.17	0.56 ± 0.14	0.1481
Linfocitos	5.52 ± 0.83	5.57 ± 0.88	7.75 ± 0.77	0.1631

abc= literales diferentes por hilera indican diferencias estadísticas entre tratamientos (P<0.05).

En la figura 2 se muestra la evolución diaria de la incidencia de diarrea por tratamiento. La dosis baja de curcumina redujo la incidencia de diarrea en aproximadamente 21.5% en comparación con el grupo control. Asimismo, en un estudio en el que se incluyó 1% (p/p) de cúrcuma en polvo en la dieta de lechones, se reportó una disminución en la puntuación fecal en la semana 6 del experimento en comparación con el control (Recharla et al., 2021).

Del mismo modo, Liu et al. (2013) encontraron que lechones alimentados con 10 g de oleorresina de cúrcuma Kg⁻¹ presentaron una puntuación de diarrea menor del día 0 al día 5 del experimento. Además, los lechones que fueron desafiados con *E. coli* y suplementados con la misma dosis mostraron valores menores de puntuación de diarrea en los días 3 a 5 y 9 a 11 del experimento. Este efecto podría estar relacionado con las propiedades antimicrobianas, antioxidantes y antiinflamatorias de la curcumina, ya que modula las vías NF-kB y AP-1 y ejerce efectos antiinflamatorios con mínima irritación gastrointestinal (Smail et al., 2025). No obstante, su creciente uso en las industrias alimentaria, médica y cosmética ha incrementado su valor comercial, por lo que es importante considerar los costos operativos asociados a su uso (Beganovic & Wittmann, 2024).

Por otro lado, las incidencias de diarrea se presentaron en mayor proporción en las primeras dos semanas en todos los tratamientos, esto concuerda con Heo et al. (2013) donde definen la diarrea posdestete como la descarga frecuente de heces acuosas durante las primeras dos semanas posdestete debido a cambios

en la dieta, pérdida de inmunidad pasiva y otros factores de estrés que provocan daño en el epitelio intestinal.

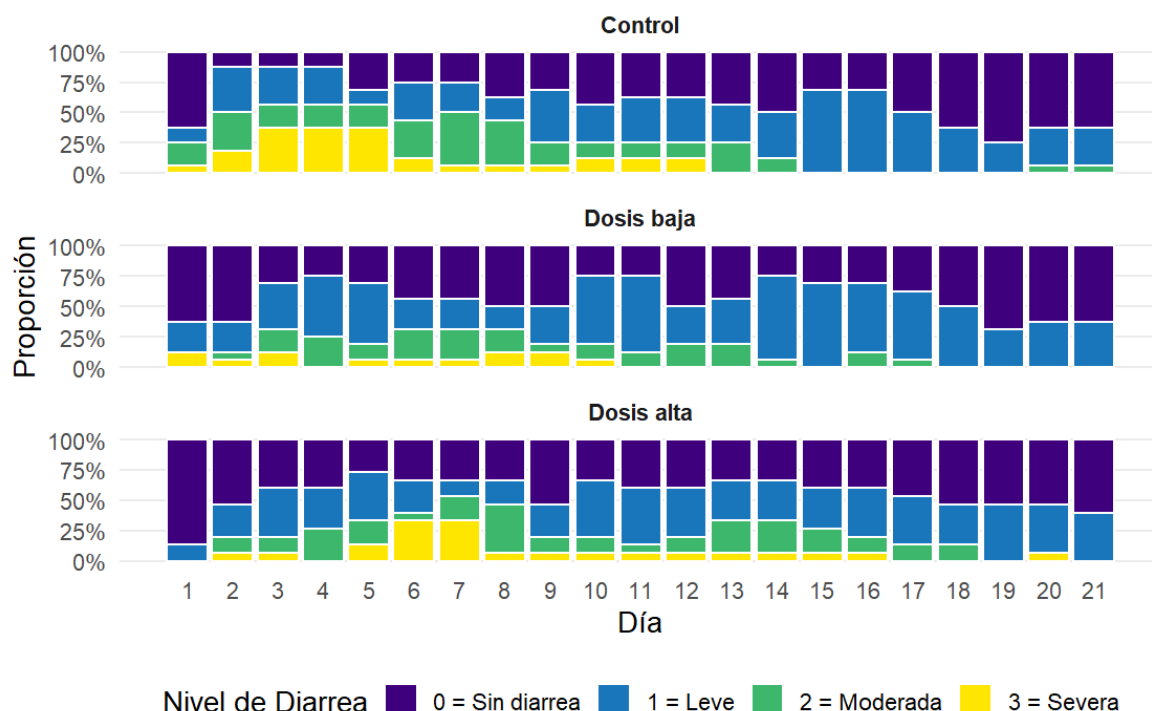


Figura 2. Proporción de incidencia de diarrea en lechones.

Variables sanguíneas

Los tratamientos con curcumina no afectaron las variables sanguíneas de los animales (Cuadro 5). Los valores de sólidos totales, fibrinógeno, hematocrito, porcentaje de capa leucocitaria, porcentaje de plasma y conteo diferencial en frotis sanguíneo no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos ($P>0.05$). La estabilidad de los sólidos totales sugiere la ausencia de alteraciones en el estado de hidratación y en la concentración de proteínas plasmáticas, mientras que los niveles de fibrinógeno indican que no se presentó una respuesta inflamatoria sistémica (Núñez Ochoa & Bouda, 2007). Asimismo, la falta de cambios en el conteo diferencial leucocitario respalda la ausencia de procesos inflamatorios o infecciosos activos, evidenciando un estado fisiológico estable en los animales (Brooks et al., 2022)

En concordancia con estos resultados, Recharla et al. (2021) reportaron que la suplementación con cúrcuma no produjo cambios en los parámetros hematológicos ni en los parámetros bioquímicos séricos. Asimismo, Moniruzzaman et al. (2021) reportaron que la administración de nanoesferas de curcumina (0.5 y 1 mL Kg⁻¹ de alimento) no afectaron la bioquímica sérica en lechones. Estos hallazgos refuerzan la evidencia de que la curcumina no genera efectos adversos en la salud de los lechones.

Cuadro 5. Efecto de la adición de curcumina sobre las variables sanguíneas.

Variable	Control	Dosis baja (200 mg kg ⁻¹)	Dosis alta (400 mg kg ⁻¹)	Pr > F
Sólidos totales (g/L)	6.18 ± 0.10	6.26 ± 0.10	5.94 ± 0.10	0.1291
Fibrinógeno (g/L)	0.18 ± 0.11	0.04 ± 0.10	0.04 ± 0.10	0.5339
Fracciones sanguíneas				
Hematocrito (%)	42.69 ± 3.29	46.03 ± 3.08	43.81 ± 3.08	0.7135
Capa leucocitaria (%)	2.18 ± 0.28	2.23 ± 0.26	2.59 ± 0.26	0.5791
Plasma (%)	55.12 ± 3.33	51.72 ± 3.12	53.58 ± 3.12	0.7204
Conteo diferencial en frotis sanguíneo				
Neutrófilos (%)	48.70 ± 2.78	45.61 ± 2.56	51.26 ± 2.56	0.3294
Linfocitos (%)	44.91 ± 2.57	38.35 ± 2.37	43.78 ± 2.36	0.3588
Monocitos (%)	6.28 ± 0.70	5.77 ± 0.66	5.01 ± 0.66	0.4704

abc= literales diferentes por hilera indican diferencias estadísticas entre tratamientos (P<0.05).

Los resultados de las variables sanguíneas y de la citología fecal al inicio y al final del experimento se presentan en el Cuadro 7. Las variables hematocrito, capa leucocitaria, plasma, monocitos en sangre, eosinófilos en heces y linfocitos en heces presentaron diferencias entre la fase inicial y la final del experimento (P<0.01). Las variables de hematocrito, capa leucocitaria, eosinófilos y linfocitos en heces presentaron valores mayores en la fase inicial que en la fase final del experimento; por otro lado, las variables de plasma y monocitos en sangre presentaron valores menores en la fase inicial que en la fase final.

Estos cambios reflejan el proceso de adaptación fisiológica al destete más que un efecto directo del tratamiento. Durante esta etapa, los lechones enfrentan estrés asociado a la separación materna, cambios en la dieta y exposición a

nuevos entornos y patógenos, lo que provoca alteraciones en la microbiota intestinal, en la función digestiva y en la respuesta inmune (Tang et al., 2022).

Cuadro 6. Cambios en variables sanguíneas y fecales en diferentes tiempos.

Variable	Fase inicial	Fase final	Pr > F
Hematocrito (%)	41.54 ± 1.89 ^b	46.83 ± 1.89 ^a	0.0016
Capa leucocitaria (%)	1.942 ± 0.19 ^b	2.73 ± 0.19 ^a	0.0035
Plasma (%)	56.51 ± 1.92 ^a	50.43 ± 1.92 ^b	0.0005
Monocitos en sangre (%)	6.76 ± 0.55 ^a	4.61 ± 0.49 ^b	0.0064
Neutrófilos en heces	4.96 ± 0.40 ^b	6.26 ± 0.40 ^a	0.0273
Eosinófilos en heces	0.06 ± 0.11 ^b	1.73 ± 0.11 ^a	<0.0001
Linfocitos en heces	4.19 ± 0.49 ^b	7.53 ± 0.49 ^a	<0.0001

abc= literales diferentes por hilera indican diferencias estadísticas entre tratamientos (P<0.05).

3.4 Conclusiones

La suplementación con curcumina en lechones destetados mostró efectos positivos en la salud intestinal y el rendimiento productivo. La inclusión de curcumina en dosis de 200 mg kg⁻¹ de alimento (dosis baja), redujo la incidencia de diarreas y mejoró la GDP en contraste con el control y la dosis alta de curcumina. No se observaron diferencias en los parámetros hematológicos ni en la citología fecal, lo que sugiere que la curcumina no afecta negativamente el estado fisiológico de los animales.

En conjunto, la curcumina representa una alternativa viable como aditivo en la alimentación de lechones destetados, al mejorar la salud intestinal y el desempeño productivo sin efectos adversos. Sin embargo, es necesario considerar su costo de inclusión, por lo que se recomienda desarrollar estrategias que reduzcan su precio o mejoren su eficiencia, a fin de favorecer su implementación en las unidades de producción comercial.

3.5 Literatura citada

- Beganovic, S., & Wittmann, C. (2024). Medical properties, market potential, and microbial production of golden polyketide curcumin for food, biomedical, and cosmetic applications. *Current Opinion in Biotechnology*, 87, 103112. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2024.103112>
- Brooks, M. B., Harr, K. E., Seelig, D. M., Wardrop, K. Jane., & Weiss, D. J. (2022). *Schalm's Veterinary Hematology*. John Wiley & Sons, Incorporated.

- Gaggia, F., Mattarelli, P., & Biavati, B. (2010). Probiotics and prebiotics in animal feeding for safe food production. *International Journal of Food Microbiology*, 141, S15–S28. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2010.02.031>
- Heo, J. M., Opapeju, F. O., Pluske, J. R., Kim, J. C., Hampson, D. J., & Nyachoti, C. M. (2013). 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>
- Knecht, D., Cholewińska, P., Jankowska-Mąkosa, A., & Czyż, K. (2020). Development of swine's digestive tract microbiota and its relation to production indices-a review. In *Animals* (Vol. 10, Number 3). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ani10030527>
- 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(11), 5294–5306. <https://doi.org/10.2527/jas.2012-6194>
- Moniruzzaman, M., Kim, H., Shin, H., Kim, H., Kim, N., Chin, S., Karthikeyan, A., Choi, H., Kim, G., & Min, T. (2021). Evaluation of Dietary Curcumin Nanospheres in a Weaned Piglet Model. *Antibiotics*, 10(11), 1280. <https://doi.org/10.3390/antibiotics10111280>
- Niu, Y., He, J., Zhao, Y., Shen, M., Zhang, L., Zhong, X., Wang, C., & Wang, T. (2019). Effect of Curcumin on Growth Performance, Inflammation, Insulin level, and Lipid Metabolism in Weaned Piglets with IUGR. *Animals*, 9(12), 1098. <https://doi.org/10.3390/ani9121098>
- Núñez Ochoa, L., & Bouda, J. (2007). *Patología clínica veterinaria* (2nd ed.). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Orzuna-Orzuna, J. F. (2025). Beneficios de la curcumina como aditivo dietético para cerdos y aves de corral. *Bioagrociencias*, 18(1). <https://doi.org/10.56369/BAC.6293>
- Pandey, S., Kim, E. S., Cho, J. H., Song, M., Doo, H., Kim, S., Keum, G. B., Kwak, J., Ryu, S., Choi, Y., Kang, J., Choe, J., & Kim, H. B. (2023). Cutting-edge knowledge on the roles of phytobiotics and their proposed modes of action in swine. *Frontiers in Veterinary Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1265689>
- Rachwa, K., & Gustaw, K. (2025). Plant-Derived Phytobiotics as Emerging Alternatives to Antibiotics Against Foodborne Pathogens. *Applied Sciences*, 15(12), 6774. <https://doi.org/10.3390/app15126774>
- Recharla, N., Balasubramanian, B., Song, M., Puligundla, P., Kim, S. K., Jeong, J. Y., & Park, S. (2021). Dietary turmeric (*Curcuma longa* L.) supplementation improves growth performance, short-chain fatty acid production, and modulates bacterial composition of weaned piglets. *Journal of Animal Science and Technology*, 63(3), 575–592. <https://doi.org/10.5187/jast.2021.e55>

- Reis de Souza, TC, Mariscal Landín, G., & Escobar García, K. (2010). Algunos factores fisiológicos y nutricionales que afectan la incidencia de diarreas posdestete en lechones. *Veterinaria México*, 41 (4), 275-288.
- Reis de Souza, T. C., Mariscal Landín, G., Escobar García, K., Aguilera Barreyro, A., & Magné Barrón, A. (2012). Cambios nutrimentales en el lechón y desarrollo morfofisiológico de su aparato digestivo. *Veterinaria México*, 43(2), 155–173.
- Shah, M., Murad, W., Mubin, S., Ullah, O., Rehman, N. U., & Rahman, Md. H. (2022). Multiple health benefits of curcumin and its therapeutic potential. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(29), 43732–43744. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-20137-w>
- Smail, S. W., Bergsten, P., Taha, K. O., Yashooa, R. Kh., Hawezy, D. J., Abbas, M. A., & Shekha, M. S. (2025). Curcumin: biochemistry, pharmacology, advanced drug delivery systems, and its epigenetic role in combating cancer. *Frontiers in Pharmacology*, 16. <https://doi.org/10.3389/fphar.2025.1695200>
- Tang, X., Xiong, K., Fang, R., & Li, M. (2022). Weaning stress and intestinal health of piglets: A review. In *Frontiers in Immunology* (Vol. 13). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2022.1042778>
- Thrall, M. Anna., Weiser, Glade., Allison, R. W., & Campbell, T. W. (2012). *Veterinary hematology and clinical chemistry*. Wiley-Blackwell.
- Tian, W.-W., Liu, L., Chen, P., Yu, D.-M., Li, Q.-M., Hua, H., & Zhao, J.-N. (2025). Curcuma Longa (turmeric): from traditional applications to modern plant medicine research hotspots. *Chinese Medicine*, 20(1), 76. <https://doi.org/10.1186/s13020-025-01115-z>
- Upadhaya, S.-D., & Kim, I.-H. (2021). The Impact of Weaning Stress on Gut Health and the Mechanistic Aspects of Several Feed Additives Contributing to Improved Gut Health Function in Weanling Piglets—A Review. *Animals*, 11(8), 2418. <https://doi.org/10.3390/ani11082418>
- Valenciano, A. C., & Cowell, R. L. (2020). *Cowell and Tyler's diagnostic cytology and hematology of the dog and cat*. Elsevier.

4. ANEXOS



Anexo 1. Tratamientos experimentales



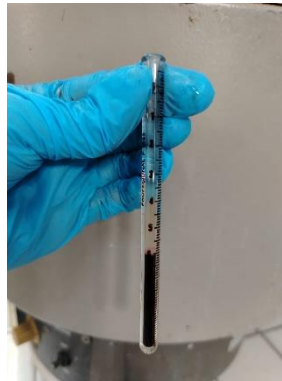
Anexo 2. Unidades experimentales



Anexo 3. Escala de evaluación de diarreas.



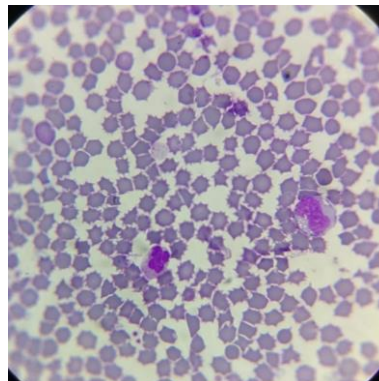
Anexo 4. Toma de muestra sanguínea



Anexo 5. Evaluación de muestras sanguíneas



Anexo 6. Evaluación de fibrinógeno



Anexo 7. Conteo diferencial