

El Manejo de la salud intestinal: un desafío clave en la producción de pollos de engorda libre de antibióticos (ABF)



Por **el Dr. Ajay Bhojar**, Gerente Técnico Global de Avicultura, EW Nutrition

La salud intestinal es un desafío crítico en la producción libre de antibióticos (ABF por sus siglas en inglés), ya que desempeña un papel vital en la salud general y el bienestar de los animales. Los antibióticos se han utilizado durante mucho tiempo como un medio para prevenir y tratar enfermedades en animales, pero su uso excesivo ha llevado al desarrollo de bacterias resistentes a los antibióticos. Como resultado, muchos productores están cambiando hacia métodos de producción sin antibióticos. Este cambio presenta un desafío significativo ya que mantener la salud intestinal sin antibióticos puede ser difícil. Sin embargo, no es imposible.

Uno de los principales desafíos en la producción libre de antibióticos es la prevención de infecciones bacterianas en el intestino. El microbioma intestinal juega un papel crucial en el sistema inmunológico y la salud general de los animales. Cuando se altera el equilibrio de microbios en el intestino (disbiosis), puede conducir a una absorción deficiente de nutrientes que posteriormente resulta en un rendimiento reducido de aves, incluida la eficiencia alimenticia y el aumento de peso en pollos de engorda. En ausencia de antibióticos, los productores deben confiar en otros métodos para mantener un microbioma intestinal saludable.



Reducción de antibióticos: una tendencia mundial importante

La tendencia en los últimos años ha sido que los productores avícolas reduzcan el uso de antibióticos para promover la salud pública y mejorar la sostenibilidad de sus operaciones. Esto ha sido impulsado por las preocupaciones sobre el desarrollo de bacterias resistentes a los antibióticos y el impacto potencial en la salud humana, así como por la demanda de los consumidores de carne producida sin antibióticos. Muchos países ahora tienen regulaciones vigentes que limitan el uso de antibióticos en la producción de alimentos y animales.

Desafíos para la producción de aves de corral sin antibióticos (ABF)

1. **Control de enfermedades.** La producción avícola libre de antibióticos requiere que los productores dependan de métodos alternativos para controlar y prevenir enfermedades, como la intensificación de las prácticas de bioseguridad. Esto puede ser más laborioso y costoso.
2. **Mayores tasas de mortalidad.** Sin antibióticos, los avicultores pueden experimentar tasas de mortalidad más altas debido a brotes de enfermedades y otros problemas de salud. Esto puede conducir a pérdidas financieras para el productor y a una reducción del suministro de productos avícolas para los consumidores.
3. **Desafíos de alimentación.** Los antibióticos promotores del crecimiento (AGP) se utilizan a menudo en la alimentación para promover el crecimiento y prevenir las enfermedades intestinales en las aves de corral. Sin AGP, los productores avícolas pueden encontrar formas alternativas de garantizar el rendimiento esperado de la producción.
4. **Aumento del costo.** La producción avícola libre de antibióticos puede ser más costosa que los

métodos de producción convencionales, ya que los productores deben invertir en alojamiento, equipo, mano de obra, etc., adicionales.

La eliminación gradual de los AGP probablemente conducirá a cambios en el perfil microbiano del tracto intestinal. Se espera que estrategias como los programas de prevención de enfermedades infecciosas y el uso de alternativas no antibióticas minimicen las posibles consecuencias negativas de la eliminación de antibióticos en las parvadas de aves de corral (Yegani y Korver, 2008).

La salud intestinal es clave para la salud en general

Un sistema gastrointestinal saludable es importante para que las aves de corral alcancen su máximo potencial de producción. La salud intestinal en las aves de corral se refiere al bienestar general y al funcionamiento del tracto gastrointestinal en las aves. Esto incluye el equilibrio de bacterias beneficiosas, la integridad del revestimiento intestinal y la capacidad de digerir y absorber nutrientes. La salud intestinal es importante para mantener la salud general y el bienestar de las aves. Un intestino sano ayuda a mejorar la eficiencia de la alimentación, la absorción de nutrientes y la inmunidad general de las aves.

El intestino alberga más de 640 especies diferentes de bacterias y +20 hormonas diferentes. Digiere y absorbe la gran mayoría de los nutrientes y compensa casi una cuarta parte del gasto energético del cuerpo. También es el órgano inmune más grande del cuerpo (Kraehenbuhl y Neutra, 1992). En consecuencia, la "salud intestinal" es muy compleja y abarca la integridad macro y microestructural del intestino, el equilibrio de la microflora y el estado del sistema inmunológico (Chot, 2009).

La inmunidad de las aves de corral está mediada por el intestino

El intestino es un componente crítico del sistema inmunológico, ya que es la primera línea de defensa contra los patógenos que ingresan al cuerpo a través del sistema digestivo. Los pollos tienen un sistema inmunológico especializado en el intestino, conocido como tejido linfoide asociado al intestino (GALT), que ayuda a identificar y responder a patógenos potenciales. El GALT incluye las placas de Peyer, que son grupos de células inmunes ubicadas en la pared intestinal, así como los linfocitos asociados al intestino (GAL) que se encuentran en todo el intestino. Estas células inmunes son responsables de reconocer y responder a los patógenos que ingresan al intestino.

La respuesta inmune mediada por el intestino en pollos implica varios mecanismos diferentes, incluida la activación de las células inmunes, la producción de anticuerpos y la liberación de mediadores inflamatorios. El GALT y los GAL juegan un papel crucial en esta respuesta al identificar y responder a los patógenos, así como activar otras células inmunes para ayudar a combatir la infección.

El microbioma intestinal también juega un papel crítico en la inmunidad mediada por el intestino en los pollos. El microbioma intestinal está formado por una comunidad muy variada de microorganismos, y estos microorganismos pueden tener un impacto significativo en la respuesta inmune. Por ejemplo, ciertas bacterias beneficiosas pueden ayudar a estimular la respuesta inmune y proteger el intestino de los patógenos.

En general, el microbioma intestinal, el GALT y los GAL trabajan juntos para crear un entorno hostil a los patógenos al tiempo que apoyan el crecimiento y la salud de los microorganismos beneficiosos.

La disbiosis/disbacteriosis afecta el rendimiento

La disbiosis es un desequilibrio en el microbiota intestinal debido a una alteración intestinal. La disbacteriosis puede provocar problemas de heces húmedas y apelmazamiento. El contacto prolongado con la cama apelmazada puede provocar pododermatitis (ulceración de los pies) y quemaduras en el corvejón, lo que resulta en problemas de bienestar y degradación de la canal (Bailey, 2010). Aparte de

estos problemas, el mayor impacto económico proviene de la reducción de las tasas de crecimiento, conversión alimenticia (FCR) y el aumento de los costos de medicación. La infección por coccidiosis y otras enfermedades entéricas pueden agravarse cuando la disbiosis es prevalente. Generalmente, los animales con disbiosis tienen altas concentraciones de *Clostridium* que generan más toxinas, dando lugar a enteritis necrótica.

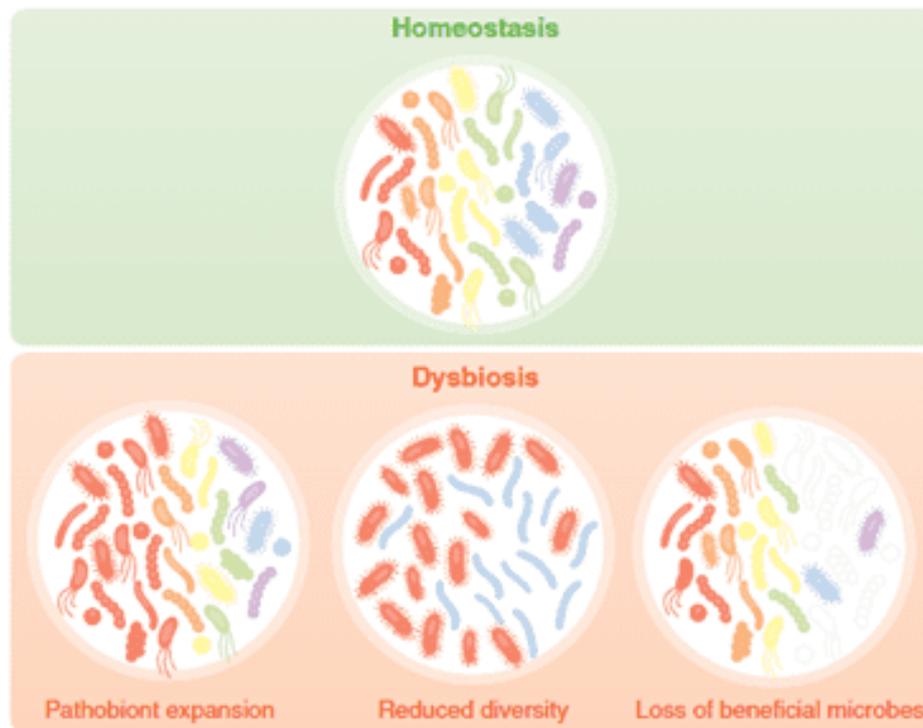


Fig.1: Disbiosis: el resultado de desafiar el microbioma animal. Fuente: Charisse Petersen y June L. Round. 2014

Se cree que tanto los factores no infecciosos como los infecciosos pueden desempeñar un papel en la disbiosis (DeGussem, 2007). Cualquier cambio en los alimentos y las materias primas para alimentos, así como la calidad física de los alimentos, influyen en el equilibrio del microbiota intestinal. Hay algunos períodos de riesgo durante la producción avícola cuando el ave será desafiada, por ejemplo, durante el cambio de alimento, vacunación, manipulación, transporte, etc. Durante estos períodos, el microbiota intestinal puede fluctuar y, en algunos casos, si el manejo no es óptimo, puede ocurrir disbiosis.

Los agentes infecciosos que potencialmente desempeñan un papel en la disbiosis incluyen micotoxinas, *Eimeria* spp., *Clostridium perfringens*, y otras bacterias que producen metabolitos tóxicos.

Factores que afectan la salud intestinal

Los factores que afectan la salud intestinal de los pollos de engorda se pueden resumir de la siguiente manera:

1. **Calidad del alimento y del agua:** La forma, el tipo y la calidad del alimento proporcionado a los pollos de engorda pueden afectar significativamente su salud intestinal. La disponibilidad constante de agua potable fresca e higiénica es crucial para un rendimiento óptimo de la producción.
2. **Estrés:** Las condiciones estresantes, como las altas temperaturas ambientales o la mala ventilación, pueden conducir a un desequilibrio en el microbioma intestinal y un mayor riesgo de enfermedad.
3. **Exposición microbiana:** La exposición a patógenos u otras bacterias dañinas puede alterar el microbioma intestinal y provocar problemas de salud intestinal.
4. **Sistema inmunológico:** Un sistema inmunológico robusto es importante para mantener la salud intestinal, ya que ayuda a prevenir el crecimiento excesivo de bacterias dañinas y promueve el crecimiento de bacterias beneficiosas.
5. **Bioseguridad:** Mantener el ambiente de los pollos de engorda limpio y libre de patógenos es

crucial para mantener la salud intestinal, ya que las bacterias y otros patógenos pueden propagarse fácilmente y alterar el microbioma intestinal.

6. **Prácticas de manejo:** Las prácticas de manejo adecuadas, como la alimentación, calidad de agua, manejo sanitario, evitar el estrés, el manejo y calidad de la cama pueden ayudar a mantener la salud intestinal y prevenir problemas relacionados con el intestino.



Fig. 2. Factores clave que afectan la salud intestinal de los pollos de engorda

Enfoques clave para controlar la salud intestinal sin antibióticos

Dos enfoques clave para controlar la salud intestinal en aves de corral sin el uso de antibióticos son extraordinariamente exitosos.

Prácticas adecuadas de nutrición y manejo

Garantizar que las aves tengan acceso a agua limpia, alimentos de alta calidad y un ambiente libre de estrés es crucial para la producción avícola ABF. Una dieta equilibrada en términos de proteínas, energía, vitaminas y minerales esenciales es esencial para mantener la salud intestinal.

El entorno en el que se han mantenido las aves juega un papel importante en el mantenimiento de la salud intestinal. La sanidad y la ventilación adecuados, así como la temperatura y la humedad adecuadas, son cruciales para prevenir la propagación de enfermedades e infecciones. No hay alternativa a la aplicación estricta de medidas de bioseguridad para prevenir la propagación de enfermedades.

La detección temprana y el tratamiento de enfermedades pueden ayudar a evitar que se conviertan en problemas más graves que afecten la rentabilidad de la producción de ABF. Es importante vigilar de cerca a las aves para detectar signos de enfermedad, como diarrea, reducción de agua y consumo de alimento.

Aditivos para alimentos que promueven la salud intestinal

Otro enfoque para mantener la salud intestinal en la producción de aves de corral sin antibióticos es el uso de aditivos para alimentos que apoyan la salud intestinal. Existe una variedad de aditivos para alimentos que apoyan la salud intestinal, incluidos fitoquímicos/aceites esenciales, ácidos orgánicos, probióticos, prebióticos, enzimas exógenas, fitomoléculas, etc., en combinación o solos que se utilizan en la producción

animal. En particular, los aditivos fitogénicos para alimentos (PFA) han ganado interés como aditivos para alimentos rentables con efectos ya bien establecidos en la mejora de la salud intestinal de los pollos de engorda.

Los metabolitos secundarios de las plantas y los aceites esenciales (genéricamente llamados fitogénicos, fitoquímicos o fitomoléculas) son compuestos biológicamente activos que recientemente han despertado interés como aditivos para alimentos en la producción avícola, debido a su capacidad para mejorar la conversión alimentaria al mejorar la producción de secreciones digestivas y la absorción de nutrientes. Esto ayuda a reducir la carga patógena en el intestino, ejercer propiedades antioxidantes y disminuir la carga microbiana sobre el estado inmunológico del animal (Abdelli et al. 2021).

Extractos de plantas - Aceites esenciales (EOs) / Fitomoléculas

Los fitoquímicos son compuestos naturales que se encuentran en las plantas. Se han descubierto que muchas fitomoléculas tienen propiedades antimicrobianas, lo que significa que pueden inhibir el crecimiento o matar microorganismos como bacterias, virus y hongos. Ejemplos de fitomoléculas con propiedades antimicrobianas incluyen compuestos que se encuentran en el ajo, el tomillo y el aceite de árbol de té. Los aceites esenciales (OE) son extractos de plantas crudas (flores, hojas, raíces, frutos, etc.), mientras que las fitomoléculas son ingredientes activos de aceites esenciales u otros materiales vegetales. Una fitomolécula se define claramente como un compuesto activo. Los aceites esenciales (EO) son componentes aromáticos importantes de hierbas y especias y se utilizan como alternativas naturales para reemplazar los antibióticos promotores del crecimiento (AGP) en la alimentación de las aves de corral. Los efectos beneficiosos de la EO incluyen la estimulación del apetito, la mejora de la secreción de enzimas relacionada con la digestión de los alimentos y la activación de la respuesta inmune (Krishan y Narang, 2014).

Una amplia variedad de hierbas y especias (tomillo, orégano, canela, romero, mejorana, milenrama, ajo, jengibre, té verde, comino negro y cilantro, entre otros), así como AE (de tomillo, orégano, canela, ajo, anís, romero, cítricos, clavo, jengibre), se han utilizado en aves de corral, individualmente o mixtas, para su posible aplicación como alternativas AGP (Gadde et al., 2017).

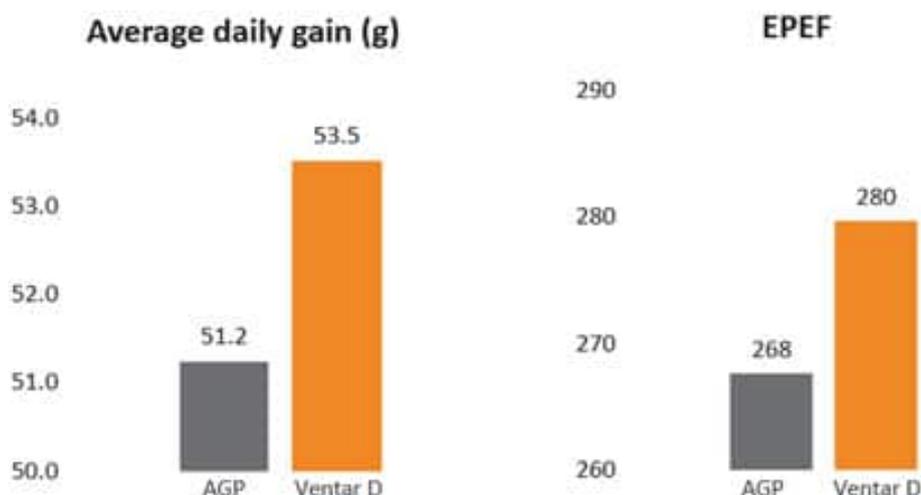


Figura 3: El aditivo para alimentos a base de fitomoléculas supera a los AGP con un mejor rendimiento de los pollos de engorda (estudio de campo de 42 días)

Uno de los principales modos de acción de las OE está relacionado con sus efectos antimicrobianos que permiten controlar patógenos potenciales (Mohammadi y Kim, 2018).

| Mezcla de fitomoléculas | <i>Clostridium perfringens</i> | <i>Enterococcus caecorum</i> | <i>Enterococcus hirae</i> | <i>Escherichia coli</i> | <i>Salmonella typhimurium</i> | <i>Staphylococcus aureus</i> |
|-------------------------|--------------------------------|------------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| Ventar D | 1250 | 2500 | 5000 | 2500 | 5000 | 2500 |

Fig. 4: Efectividad del aditivo alimenticio a base de fitomoléculas (Ventar D) contra bacterias enteropatógenas

(valor de CMI en PPM)

Se ha demostrado que las fitomoléculas tienen propiedades antiinflamatorias. Estos compuestos incluyen flavonoides, polifenoles, carotenoides y terpenos, entre otros. Una de las formas en que las fitomoléculas exhiben efectos antiinflamatorios es a través de su capacidad para inhibir la actividad de enzimas y moléculas proinflamatorias. Por ejemplo, se ha demostrado que los polifenoles inhiben la actividad del factor nuclear-kappa B (NF- κ B), un factor de transcripción que desempeña un papel clave en la regulación de la inflamación.

Las fitomoléculas también tienen propiedades antioxidantes, que pueden ayudar a proteger las células del daño causado por las especies reactivas de oxígeno (ROS) y otras moléculas reactivas que pueden contribuir a la inflamación. También se propone que los extractos de plantas se utilicen como antioxidantes en la alimentación animal, protegiendo a los animales del daño oxidativo causado por los radicales libres. La presencia de grupos OH fenólicos en timol, carvacrol y otros extractos de plantas actúa como donantes de hidrógeno para los radicales peroxi producidos durante el primer paso en la oxidación de lípidos, retardando así la formación de peróxido de hidroxilo (Farag et al., 1989, Djeridane et al., 2006). Se informa que el timol y el carvacrol inhiben la peroxidación lipídica (Hashemipour et al. 2013) y tienen una fuerte actividad antioxidante (Yanishlieva et al., 1999).

En general, se cree que los efectos antiinflamatorios de las fitomoléculas se deben a una combinación de su capacidad para inhibir la actividad de las enzimas y moléculas proinflamatorias, sus propiedades antioxidantes y su capacidad para modular el sistema inmunológico. Los extractos de plantas (es decir, carvacrol, cinamaldehído, eugenol, etc.) inhiben la producción de citoquinas proinflamatorias y quimiocinas a partir de células inmunes estimuladas por endotoxinas y células epiteliales (Lang et al., 2004, Lee et al., 2005, Liu et al., 2020). Se ha indicado que las actividades antiinflamatorias pueden estar parcialmente mediadas por el bloqueo de la vía de activación de NF- κ B (Lee et al., 2005).

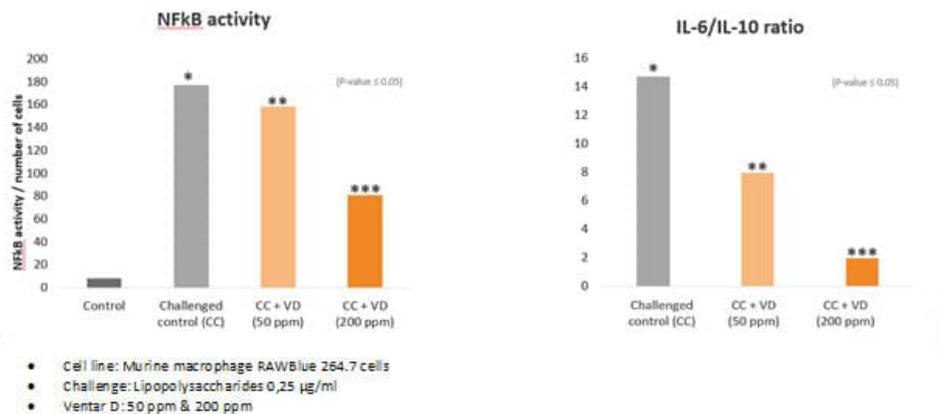


Figura 5: Efecto antiinflamatorio del aditivo para alimentos a base de fitomoléculas (Ventar D): la actividad reducida de las citoquinas inflamatorias

La protección adecuada de los OE / fitomoléculas es clave para obtener resultados óptimos

También se ha demostrado que varios compuestos fitogénicos se absorben en gran medida en el tracto gastrointestinal superior, lo que significa que, sin la protección adecuada, la mayoría no llegaría al intestino inferior donde ejercerían sus funciones principales (Abdelli et al. 2021). Los beneficios de complementar la dieta de pollos de engorda con una mezcla de EO encapsulados fueron mayores que el PFA probado en forma en polvo, no protegida (Hafeez et al. 2016). Se han desarrollado nuevas tecnologías de administración para proteger los PFA del proceso de degradación y oxidación durante el procesamiento y almacenamiento de alimentos, facilitar el manejo, permitir una liberación más lenta y apuntar al GIT más bajo (Starčević et al. 2014). Las técnicas de protección específicas utilizadas durante la producción comercial de una mezcla de EO/fitomolécula son cruciales para cumplir todos los objetivos con una consistencia notable.

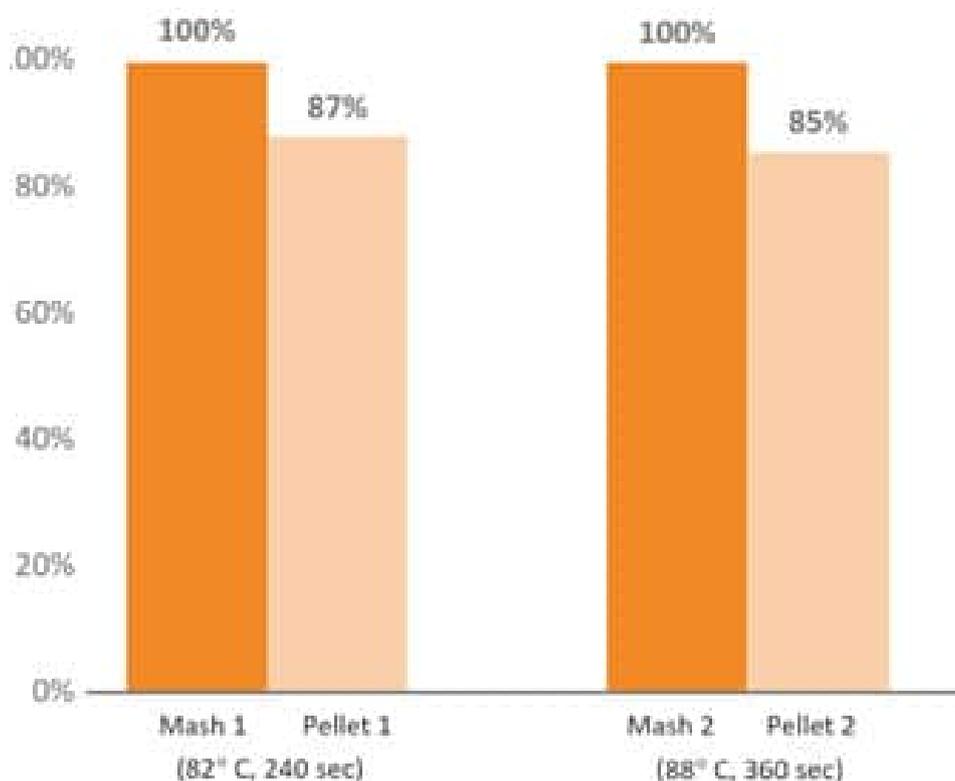


Fig. 6: Estabilidad de peletización de aditivos para alimentos a base de fitomoléculas (Ventar D) a alta temperatura y mayor tiempo de acondicionamiento

La mezcla de fitomoléculas optimiza el rendimiento de la producción

La eliminación de antibióticos en la producción avícola puede ser un desafío para controlar la mortalidad y mantener el rendimiento de producción de las aves. Se ha demostrado que [los aditivos fitogénicos para alimentos mejoran el rendimiento](#) de producción del pollo debido a sus propiedades antimicrobianas, antiinflamatorias, antioxidantes y digestivas. Los posibles mecanismos detrás de la mejora de la digestibilidad de los nutrientes mediante la suplementación con aditivos fitogénicos para alimentos (PFA) podrían atribuirse a la capacidad de estos aditivos alimentarios para estimular el apetito, la secreción de saliva, la producción de moco intestinal, la secreción de ácidos biliares y la actividad de enzimas digestivas como la tripsina y la amilasa, así como para afectar positivamente la morfología intestinal (Oso et al. 2019). Las OE se perciben como promotoras del crecimiento en las dietas avícolas, con fuertes actividades antimicrobianas y anticoccidiales (Zahi et al., 2018). Los PFA tienen efectos positivos sobre el aumento de peso corporal y la FCR en pollos (Khattak et al. 2014, Zhang et al. 2009).

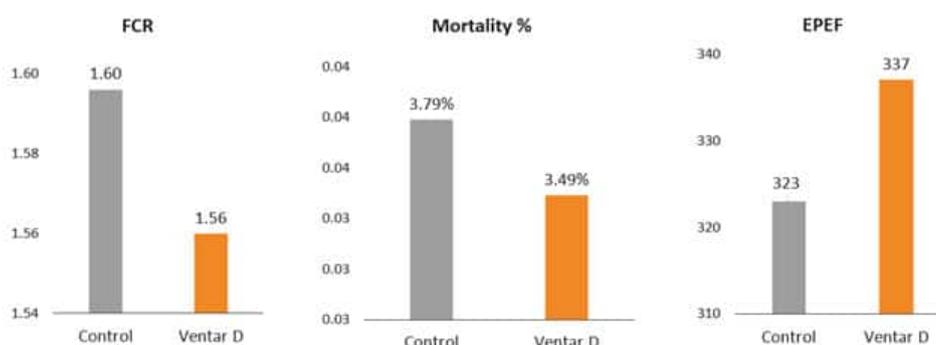


Fig. 7: Aditivo para alimentos a base de fitomoléculas, mejoró la conversión alimenticia (FCR) de pollos de engorda y la mortalidad en un ensayo de campo

Conclusión

En conclusión, el manejo de la salud intestinal es un desafío importante en la producción de pollos de engorda ABF que debe abordarse para lograr un rendimiento y bienestar óptimos de las aves. El uso de antibióticos como medida preventiva en la producción de pollos de engorda ha sido ampliamente utilizado, pero con la creciente demanda de productos libres de antibióticos, se deben implementar métodos alternativos para mantener la salud intestinal. Estos incluyen el uso de aditivos alimentarios que apoyan la salud intestinal y prácticas de manejo adecuadas, como la implementación de medidas de bioseguridad, el mantenimiento de condiciones ambientales óptimas, la provisión de espacio y ventilación adecuados y la reducción del estrés. Sin embargo, es esencial tener en cuenta que no existe una solución única para el manejo de la salud intestinal en la producción de pollos de engorda libre de antibióticos (ABF). Es importante monitorear y evaluar continuamente la salud intestinal de su parvada y hacer los ajustes necesarios. Además, se debe alentar la investigación y el desarrollo en este campo para identificar formas nuevas e innovadoras de mantener la salud intestinal en la producción de pollos de engorda libre de antibióticos ABF.

En general, el manejo de la salud intestinal es un desafío crítico que requiere un enfoque multifacético y un monitoreo y manejo continuos. Mediante la implementación de las estrategias adecuadas y la utilización de nuevas tecnologías, los operadores avícolas pueden garantizar la salud y el bienestar de sus parvadas al tiempo que satisfacen la creciente demanda de productos libres de antibióticos de manera sostenible.

References:

Abdelli N, Solà-Oriol D, Pérez JF. Phytogetic Feed Additives in Poultry: Achievements, Prospective and Challenges. *Animals (Basel)*. 2021 Dec 6;11(12):3471.

Bailey R. A. 2010. Intestinal microbiota and the pathogenesis of dysbacteriosis in broiler chickens. PhD thesis submitted to the University of East Anglia. Institute of Food Research, United Kingdom

Choct M. Managing gut health through nutrition. *British Poultry Science* Volume 50, Number 1 (January 2009), pp. 9–15.

De Gussem M, "Coccidiosis in Poultry: Review on Diagnosis, Control, Prevention and Interaction with Overall Gut Health," Proceedings of the 16th European Symposium on Poultry Nutrition, Strasbourg, 26-30 August, 2007, pp. 253-261. H.J. Dorman, S.G. Deans. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *J Appl Microbiol*, 88 (2000), pp. 308-316

Djeridane A., M. Yousfi M, Nadjemi B, Boutassouna D., Stocker P., Vidal N. Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. *Food Chem*, 97 (2006), pp. 654-660

Farag R. S., Daw Z.Y., Hewedi F.M., El-Baroty G.S.A. Antimicrobial activity of some Egyptian spice essential oils. *J Food Prot*, 52 (1989), pp. 665-667

Gadde U., Kim W.H., Oh S.T., Lillehoj H.S. Alternatives to antibiotics for maximizing growth performance and feed efficiency in poultry: A review. *Anim. Health Res. Rev.* 2017;18:26-45.

Guo, F.C., Kwakkel, R.P., Williams, B.A., Li, W.K., Li, H.S., Luo, J.Y., Li, X.P., Wei, Y.X., Yan, Z.T. and Verstegen, M.W.A., 2004. Effects of mushroom and herb polysaccharides, as alternatives for an antibiotic, on growth performance of broilers. *British Poultry Science*, 45(5), pp.684-694.

Hafeez A., Männer K., Schieder C., Zentek J. Effect of supplementation of phytogetic feed additives (powdered vs. encapsulated) on performance and nutrient digestibility in broiler chickens. *Poult. Sci.* 2016;95:622-629.

Hammer K.A., Carson C.F., Riley T.V. Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. *J Appl Microbiol*, 86 (1999), pp. 985-990

Hashemipour H, Kermanshahi H, Golian A, Veldkamp T. Effect of thymol and carvacrol feed supplementation on performance, antioxidant enzyme activities, fatty acid composition, digestive enzyme activities, and immune response in broiler chickens. *Poultry Science*. Volume 92. Issue 8. 2013, Pp 2059-2069,

Khattak F., Ronchi A., Castelli P., Sparks N. Effects of natural blend of essential oil on growth performance, blood

biochemistry, cecal morphology, and carcass quality of broiler chickens. *Poult. Sci.* 2014;93:132-137

Kraehenbuhl, J.P. & Neutra, M.R. (1992) Molecular and cellular basis of immune protection of mucosal surfaces. *Physiology Reviews*, 72: 853-879. Krishan and Narang J. *Adv. Vet. Anim. Res.*, 1(4): 156-162, December 2014

Lang A., Lahav M., Sakhnini E, Barshack I., Fidler H. H., Avidan B. Allicin inhibits spontaneous and TNF-alpha induced secretion of proinflammatory cytokines and chemokines from intestinal epithelial cells. *Clin Nutr*, 23 (2004), pp. 1199-1208

Lee S.H., Lee S.Y., Son D.J., Lee H., Yoo H.S., Song S. Inhibitory effect of 2'-hydroxycinnamaldehyde on nitric oxide production through inhibition of NF-kappa B activation in RAW 264.7 cells *Biochem Pharmacol*, 69 (2005), pp. 791-799

Liu, S., Song, M., Yun, W., Lee, J., Kim, H. and Cho, J., 2020. Effect of carvacrol essential oils on growth performance and intestinal barrier function in broilers with lipopolysaccharide challenge. *Animal Production Science*, 60(4), pp.545-552.

Mitsch, P., Zitterl-Eglseer, K., Köhler, B., Gabler, C., Losa, R. and Zimpf, I., 2004. The effect of two different blends of essential oil components on the proliferation of *Clostridium perfringens* in the intestines of broiler chickens. *Poultry science*, 83(4), pp.669-675.

Mohammadi Gheisar M., Kim I.H. Phytobiotics in poultry and swine nutrition—A review. *Ital. J. Anim. Sci.* 2018;17:92-99.

Oso A.O., Suganthi R.U., Reddy G.B.M., Malik P.K., Thirumalaisamy G., Awachat V.B., Selvaraju S., Arangasamy A., Bhatta R. Effect of dietary supplementation with phytogenic blend on growth performance, apparent ileal digestibility of nutrients, intestinal morphology, and cecal microflora of broiler chickens. *Poult. Sci.* 2019;98:4755-4766

Oviedo-Rondón, Edgar O., et al. "Ileal and caecal microbial populations in broilers given specific essential oil blends and probiotics in two consecutive grow-outs." *Avian Biology Research* 3.4 (2010): 157-169.

Petersen C. and June L. Round. Defining dysbiosis and its influence on host immunity and disease. *Cellular Microbiology* (2014)16(7), 1024-1033

Starčević K., Krstulović L., Brozić D., Maurić M., Stojević Z., Mikulec Ž., Bajić M., Mašek T. Production performance, meat composition and oxidative susceptibility in broiler chicken fed with different phenolic compounds. *J. Sci. Food Agric.* 2014;95:1172-1178.

Yanishlieva, N.V., Marinova, E.M., Gordon, M.H. and Raneva, V.G., 1999. Antioxidant activity and mechanism of action of thymol and carvacrol in two lipid systems. *Food Chemistry*, 64(1), pp.59-66.

Yegani, M. and Korver, D.R., 2008. Factors affecting intestinal health in poultry. *Poultry science*, 87(10), pp.2052-2063.

Zhai, H., H. Liu, Shikui Wang, Jinlong Wu and Anna-Maria Klueenter. "Potential of essential oils for poultry and pigs." *Animal Nutrition* 4 (2018): 179 - 186.

Zhang G.F., Yang Z.B., Wang Y., Yang W.R., Jiang S.Z., Gai G.S. Effects of ginger root (*Zingiber officinale*) processed to different particle sizes on growth performance, antioxidant status, and serum metabolites of broiler chickens. *Poult. Sci.* 2009;88:2159-2166.