

La salud intestinal en lechones destetados: la acidificación puede ayudar



Alberto A. Morillo ¹, Inge Heinzl ², Juan Antonio Mesonero Escuredo ³

¹ DVM, PhD, Nutrition Adviser

² EW Nutrition, Editor

³ EW Nutrition, GTM Swine, GPM Organic Acids

Corresponding author: juanantonio.mesonero@ew-nutrition.com

El destete significa la separación de la cerda, cambio de alimento, nuevos grupos y, por lo tanto, un estrés para los lechones, lo que impacta en su comportamiento alimentario y [salud intestinal](#). Durante este tiempo posterior al destete, los lechones y, en este caso, principalmente la salud intestinal, debe ser tomada en cuenta de la mejor manera. Por ello, se buscan soluciones que incluyan dietas que no solo aporten los nutrientes necesarios, sino que eviten los trastornos digestivos más comunes de esta etapa. Las restricciones de los últimos años sobre el uso de antibióticos, de promotores del crecimiento y del óxido de zinc han incrementado el problema que podía, al menos en parte, resolver la situación. Estas modificaciones en la producción han incrementado la investigación para encontrar soluciones para aumentar o mantener los resultados productivos.

Una dieta optimizada combinada con aditivos útiles es la clave

En un primer momento, es importante conocer que la salud intestinal de los lechones y su posterior desarrollo pueden verse influenciados por componentes del pienso como:

- el contenido y composición de la fracción fibrosa,
- el contenido en proteína y su origen,
- la influencia de ciertos minerales como el zinc y el cobre y
- la presencia de probióticos, prebióticos, enzimas y otros aditivos nutracéuticos.

Por lo tanto, pueden tomarse diferentes medidas, que van desde el uso de ingredientes de alta calidad, hasta el uso de aditivos o combinaciones de ellos. Entre estos aditivos, los acidificantes (tanto ácidos orgánicos como inorgánicos) han sido muy utilizados en los últimos años por su efecto positivo en la salud de los lechones, en su salud intestinal, y por tanto en la eficiencia productiva. Se han realizado muchos estudios con diferentes agentes acidificantes, pero existe una gran variabilidad en cuanto a la respuesta de los lechones a ellos (ver la tabla 1, del metaanálisis de Tung y Pettigrew, 2006).



Figura 1: Pienso para lechones

El tipo de ácido influye en los resultados y por supuesto, su dosificación y el momento de suministro, pero también influyen la edad y la fase de crecimiento de los lechones, su estado de salud, las condiciones de crianza y la dieta.

Modo de acción de los ácidos orgánicos

Se han propuesto y validado diferentes mecanismos para explicar la acción de los acidificantes. La reducción del pH estomacal e intestinal promueve una reducción de la actividad microbiana y un cambio en la microbiota estomacal e intestinal. Además, por su efecto sobre la pepsina, mejora la digestibilidad, especialmente de la fracción proteica. No se puede despreciar el impacto metabólico de los ácidos por su aporte energético, así como su aporte de otros nutrientes altamente digestibles si se utilizan sus sales.

1. Acidificación de la digesta

El pH gástrico del lechón recién destetado suele estar en niveles de 5 o superiores en el período posterior al destete (Suiryanrayna y Ramana, 2015) y, por tanto, superior al de un cerdo adulto. Ello es debido a la producción deficiente de HCl, a la falta de ácido láctico debido a la interrupción de la fermentación de la lactosa y a la ingestión de grandes cantidades de alimentos sólidos en contraste con las pequeñas ingestiones de leche durante la lactancia y en intervalos poco frecuentes. Cualquier acción que tomemos para bajar el pH, en teoría, bajará o modificará la microbiota del estómago o del intestino.

La acidificación de las dietas disminuye su pH (de 3,73 a 3,66, ver tabla 1), pero los datos no sugieren una disminución del pH del estómago o del contenido gastrointestinal en otros puntos. La tabla 1 muestra que, por ejemplo, en el estómago, una dieta acidificada redujo el pH en el 55% de los casos, en el 36% el pH aumentó y en el 9% de los casos no cambió. Los autores, por lo tanto, concluyeron que la acidificación de la dieta tiene poca influencia en el pH gástrico.

Item	Control	Acidificante	Número de observaciones				Valor p
			Total	Positivo	Negativo	Similar	
Dieta	5.95	4.71	59	0 (0.0%)	58 (98.3%)	1 (1.7%)	0.0001
Estómago	3.73	3.66	22	9 (36.4%)	11 (54.6%)	2 (9.0%)	0.519
Intestino delgado	6.83	6.95	12	6 (50.0%)	6 (50.0%)	0 (0.0%)	0.155
Ciego	6.14	6.14	11	7 (63.6%)	4 (36.4%)	0 (0.0%)	0.862
Colon	6.60	6.60	11	3 (27.3%)	8 (72.7%)	0 (0.0%)	0.906

Tabla 1: Efecto de los ácidos dietéticos sobre los valores de pH del contenido gastrointestinal (modificado de Tung y Pettigrew, 2006).

La capacidad tampón influye en la eficacia de la dieta

Un factor que influye en el pH del estómago y en la eficacia del ácido es la capacidad tampón de la dieta. Una alta capacidad tampón posiblemente comprometa la capacidad de secreción de ácido en el estómago de los lechones. Entonces, este tipo de dietas requerirán la adición de ácidos, pero en niveles considerables. Las dietas con alta capacidad tampón suelen tener altos niveles de proteínas y minerales, especialmente calcio, harina de pescado y otros productos que aportan proteínas vegetales.

¡Medir el pH en el estómago, no es tan fácil!

Uno de los principales problemas en la medición del pH del contenido estomacal es su heterogeneidad de los diferentes valores de pH obtenidos en las diversas partes del estómago. Esta heterogeneidad hace que a veces sea difícil comparar varios estudios y autores, aunque se supone que, dentro de un ensayo, las técnicas son las mismas y los datos serán consistentes. Además, el tiempo entre la última ingesta de alimentos y el momento de la medición del pH gástrico influye mucho en el resultado obtenido. Por ejemplo, el ácido fórmico administrado al 1,8% a lechones destetados mantuvo el pH gástrico en valores inferiores a 3 durante un tiempo determinado tras la ingesta de pienso. Sin embargo, al considerar la media de todos los tiempos de muestreo de 0,5 a 8,5 h después de la ingesta de alimento, el valor del pH gástrico no se vio afectado por el ácido fórmico (Canibe et al. 2005). Estos resultados muestran que el ácido fórmico en dosis altas puede ayudar a contrarrestar la capacidad tampón de la dieta, al menos durante algún tiempo. Sin embargo, simultáneamente, muestran que el tiempo de muestreo a menudo puede explicar los diferentes resultados entre diferentes estudios.

2. Modificación de la microbiota gastrointestinal

Se supone que el bajo pH del contenido gástrico de los cerdos mata o inhibe el crecimiento de las bacterias ingeridas. Para que esta capacidad antimicrobiana sea efectiva, la forma no disociada del ácido carboxílico es esencial. Esta forma disociada puede difundirse a través de las membranas celulares de los microorganismos. En el interior, en el citoplasma celular, se disocia. Los iones alteran el equilibrio osmótico y el pH del microorganismo, bloquean los sistemas enzimáticos y el transporte de nutrientes, provocando la muerte celular sin lisis de membranas y la posible liberación de endotoxinas (González Mateos 2007).

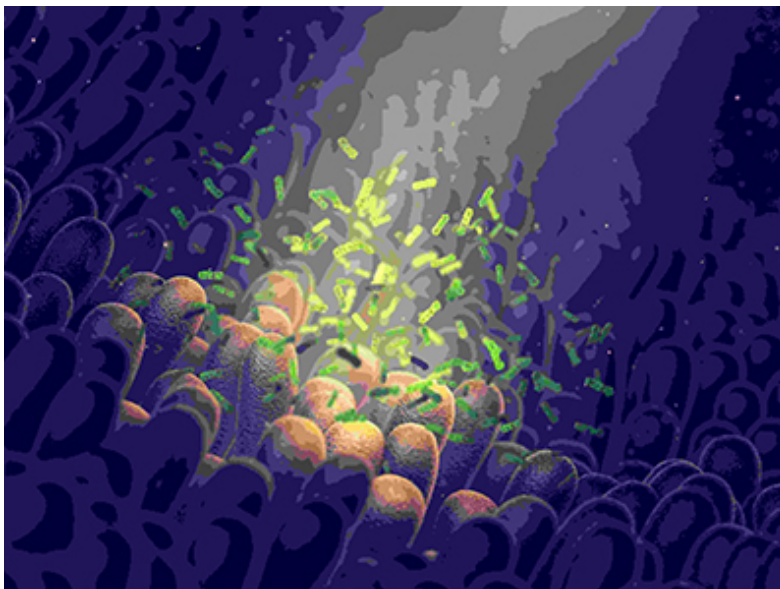


Figura 2: Vellosidades intestinales y bacteria

Las condiciones previas son el carácter lipofílico del ácido y el valor de pH relativamente alto dentro de la célula bacteriana que hacen que el ácido se disocie y rompa el equilibrio celular. La efectividad de los ácidos depende de la bacteria, el tipo de ácido, su dosis y la dieta (Partanen 2001). Además, la sección en la que se estudian los ácidos juega un papel importante.

¿Qué pasa con la influencia de los ácidos en los lactobacilos y coliformes?

A pesar de la opinión generalizada, los ácidos aumentan el número de coliformes y *E. coli* en el estómago (ver tabla 2). Sin embargo, la variabilidad es demasiado alta como para aventurar conjeturas sobre lo que sucede en otras partes del tracto intestinal.

	Control	Fórmico	Fórmico + Fumárico	Fórmico + Láctico	Fórmico + Láctico
Nivel de ácido en la dieta, %	0.00	0.96	1.06	1.38	1.24
<i>Lactobacillus</i> ¹	7.99	7.31	6.43	7.73	6.84
Coliformes ¹	3.05	3.67	4.77	3.32	3.88

Tabla 2: Efecto de los ácidos orgánicos en la microbiota del estómago en el lechón (adaptado de Franco et al. 2005); ¹log₁₀ por gramo o mL

En el intestino delgado, así como en el ciego, se redujo el número de lactobacilos y bifidobacterias. También en el colon, tanto *Lactobacillus* como *E. coli* disminuyeron cuando se incluyó en la dieta ácido fórmico o su sal cálcica. No está claro si esto sugiere que los ácidos reducen el número total de bacterias en el intestino grueso. Los resultados fueron aún más variables cuando se utilizaron otros ácidos o sus sales sódicas.

¿Cuáles son las razones de la alta variabilidad en la eficacia?

Los inconsistentes efectos a lo largo del [tracto gastrointestinal](#) probablemente estén relacionados con la falta de cantidades suficientes de ácidos no disociados más allá del estómago, lo que finalmente afecta a la acción antimicrobiana de los ácidos orgánicos. De hecho, en muchos casos, los ácidos orgánicos suplementados con la dieta se pueden encontrar en concentraciones más altas que el control no suplementado solo en el estómago y el intestino delgado proximal. Luego, desaparecen en el contenido del intestino delgado distal y del intestino grueso (Zentek et al. 2013). En el caso de los ácidos grasos de cadena media, el ácido caprílico y, en menor medida, el ácido cáprico al 0,3 % permitieron reducir los recuentos de *E. coli* tanto en el yeyuno como en el ciego de lechones destetados (Hanczakowska et al.

2016). Las mezclas de ácidos orgánicos y ácidos grasos de cadena media mostraron resultados variables. O reducen *E. coli* y aumentan la diversidad microbiana en el colon o no afectan en absoluto la composición de la microflora fecal o del intestino grueso (Li et al. 2018).

En resumen, los ácidos generalmente reducen las poblaciones de *Lactobacillus* en el intestino y *E. coli* en el colon. Entonces, podemos decir que los ácidos alteran la microbiota del tracto digestivo, pero el modo de cómo provocan esta alteración necesita un método de validación.

	Control	Fórmico	Fórmico + Fumárico	Fórmico + Láctico	Fórmico + Láctico
Nivel de ácido en la dieta, %	0.00	0.96	1.06	1.38	1.24
Lactobacilli ¹	7.85	7.20	6.53	7.06	6.50
Coliformes ¹	6.42 ^a	5.92 ^{ab}	5.34 ^{abc}	4.33 ^c	4.44 ^{bc}

Tabla 3: Efecto de los ácidos orgánicos en la microbiota del intestino delgado en el lechón (adaptado de Franco et al. 2005); ¹log₁₀ por gramo o mL

	Nivel de ácido fórmico en la dieta, %	0.00	0.60	1.20	1.80	2.40
Ciego	Lactobacilli/Bifidobacteria ¹	8,50 ^a	7,90 ^{ab}	7,30 ^b	7,60 ^b	7,70 ^b
	<i>E. coli</i> ¹	7,00 ^a	5,70 ^b	5,70 ^b	6,00 ^b	6,10 ^b
Colon	Lactobacilli/Bifidobacteria ¹	8,70 ^a	7,70 ^b	7,20 ^b	7,60 ^b	7,60 ^b
	<i>E. coli</i> ¹	7,20 ^a	6,40 ^b	5,90 ^b	5,90 ^b	6,10 ^b

Tabla 4: Efecto de los ácidos orgánicos en la microbiota del intestino grueso del lechón (adaptado de Gedek et al. 1992); ¹log₁₀ por gramo o mL

Cambio de microbioma indicado por patrones de fermentación modificados

Los ácidos orgánicos tienen la capacidad de modificar los patrones de fermentación, así como la producción de amoníaco en el intestino. Esto se demostró en estudios *in vitro*, mientras que los resultados de los estudios *in vivo* en este sentido fueron más variables. El ácido fórmico en dosis entre 0,3% y 3% no alteró la producción de amoníaco y ácidos grasos volátiles a lo largo del tracto gastrointestinal (Gabert y Sauer 1994). Sin embargo, en otros estudios, el ácido fórmico o sus sales aumentaron el ácido acético y disminuyeron las concentraciones de ácido láctico en el contenido del íleon, el ciego y el colon (Canibe et al. 2005). Estos hallazgos pueden indicar un cambio en la composición de la flora intestinal y la modulación de la fermentación microbiana con más nutrientes (como glucosa no fermentada a ácido láctico) o metabolitos (como acetato) disponibles para el lechón (Tugnoli et al. 2020).

3. Los ácidos también tienen efectos metabólicos

El principal efecto metabólico de los ácidos en los lechones es el suministro de energía debido a su energía inherente. Además, los ácidos y sus sales aportan a la dieta otros nutrientes como minerales que suelen ser de alta digestibilidad. Este es el caso del formiato de calcio, que además ayuda a reducir el carbonato de calcio y su alta capacidad tampón en las dietas. Otros ácidos como el ácido butírico son una fuente de energía para los enterocitos en el intestino. Otro efecto metabólico de los ácidos se produce a nivel del estómago, siendo una fuente de cloro, activando el pepsinógeno y, en consecuencia, aumentando la digestibilidad de las proteínas.

Producto acidificante	pKa	Solubilidad en H ₂ O	Peso molecular, g/mol	Energía bruta, kJ/g	Apariencia
Ácido fórmico	3,75	++	46	5,8	Líquido
Ácido acético	4,75	++	60,1	14,8	Líquido
Ácido propiónico	4,88	++	74,1	20,8	Líquido
Ácido láctico	3,88	+	90,1	15,1	Líquido
Ácido fumárico	3,03/4,38	-	116,1	11,5	Sólido
Ácido cítrico	3,14/4,76/6,39	+	210,1	10,3	Sólido
Ácido sórbico	4,76	-	112,1	26,5	Sólido
Formiato cálcico	-	-	130,1	3,9	Sólido
Formiato sódico	-	++	68	3,9	Sólido
Propionato cálcico	-	+	186,2	16,6	Sólido

Tabla 5: Propiedades fisicoquímicas de los productos acidificantes más usados en dietas de lechones (Roth, 2000).

pKa=-log10 ([H⁺][A⁻]/[HA]); Solubilidad: ++/+/- alta, media, baja

Los ácidos orgánicos se pueden aplicar en diferentes formas

Durante los últimos años, las técnicas de recubrimiento de los ácidos o microencapsulación han mejorado la acción de los ácidos en los animales y también su manejo práctico a nivel de fábrica y granja. La microencapsulación mejora la palatabilidad, lo que permite una mayor dosificación del ácido. Además, una mayor cantidad de ácido llega al intestino para realizar la acción prevista. La microencapsulación se lleva a cabo principalmente con lípidos que son digeridos en el duodeno del animal. Este efecto puede tener buenas o malas consecuencias, y todo dependerá del objetivo de la adición. Si se desea una disminución del pH del estómago, la encapsulación no es la forma correcta de aplicación. Sin embargo, si el objetivo es la reducción de coliformes en el intestino, la encapsulación es la mejor manera de lograr este objetivo. Los niveles demasiado altos de ácidos en sus formas puras que son más volátiles que sus sales y pueden causar problemas de apetito. Sus sales, sin embargo, son menos problemáticas. Estos no tendrán efecto sobre el pH del alimento, pero una vez ingeridos, se disociarán y tendrán efecto (hasta cierto punto) sobre el pH del tracto gastrointestinal (González Mateos, 2007).

Conclusiones

La inclusión de ácidos o productos acidificantes en las dietas de los lechones y de los cerdos en general aumenta el rendimiento productivo en condiciones prácticas de cría. Sin embargo, existe una alta variabilidad en cuanto a la disminución del pH del contenido gastrointestinal, y por ende del aumento de la digestibilidad de las proteínas, así como a la modulación de la microbiota para que ejerza un papel fundamental en la salud intestinal del lechón.

Referencias

- Canibe, N., O. Højberg, S. Højsgaard, y B. B. Jensen. 2005. «Feed physical form and formic acid addition to the feed affect the gastrointestinal ecology and growth performance of growing pigs». *Journal of Animal Science* 83 (6): 1287-1302. <https://doi.org/10.2527/2005.8361287x>.
- Franco, L. D., M. Fondevila, M. B. Lobera, y C. Castrillo. 2005. «Effect of Combinations of Organic Acids in Weaned Pig Diets on Microbial Species of Digestive Tract Contents and Their Response on Digestibility». *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 89 (3-6): 88-93. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2005.00553.x>.
- Gabert, V.M., y W.C. Sauer. 1994. «The effects of supplementing diets for weanling pigs with organic acids. A

review». *J. Anim. Feed Sci.* 3: 73-87.

Gedek, B., M. Kirchgessner, U. Eidelsburger, S. Wiehler, A. Bott, y F. X. Roth. 1992. «Influence of Formic Acid on the Microflora in Different Segments of the Gastrointestinal Tract, 5: Investigations about the Nutritive Efficacy of Organic Acids in the Rearing of Piglets». *Undefined*.

<https://www.semanticscholar.org/paper/Influence-of-formic-acid-on-the-microflora-in-of-5%3A-Gedek-Kirchgessner/6d055fac0219f59b51500249a67735adc3a524c8>.

González Mateos. 2007. «Acidificantes en nutrición porcina». www.3tres3.com. 10 de abril de 2007. https://www.3tres3.com/articulos/acidificantes-en-nutricion-porcina_1789/.

Hanczakowska, E., M. Świątkiewicz, M. Natonek-Wiśniewska, y K. Okoń. 2016. «Medium Chain Fatty Acids (MCFA) and/or Probiotic *Enterococcus Faecium* as a Feed Supplement for Piglets». *Livestock Science* 192 (octubre): 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2016.08.002>.

Li, S, J Zheng, K Deng, L Chen, X L Zhao, X M Jiang, Z F Fang, et al. 2018. «Supplementation with Organic Acids Showing Different Effects on Growth Performance, Gut Morphology and Microbiota of Weaned Pigs Fed with Highly or Less Digestible Diets». *Journal of Animal Science*, mayo. <https://doi.org/10.1093/jas/sky197>.

Partanen, K. 2001. «Organic acids – Their efficacy and modes of action in pigs». *Gut Environment of Pigs*, 201-17.

Piva, A., E. Grilli, L. Fabbri, V. Pizzamiglio, y I. Campani. 2007. «Free versus Microencapsulated Organic Acids in Medicated or Not Medicated Diet for Piglets». *Livestock Science*, 10th International Symposium on Digestive Physiology in Pigs, Denmark 2006, Part 1, 108 (1): 214-17. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2007.01.065>.

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

Tugnoli, Benedetta, Giulia Giovagnoni, Andrea Piva, y Ester Grilli. 2020. «From Acidifiers to Intestinal Health Enhancers: How Organic Acids Can Improve Growth Efficiency of Pigs». *Animals* 10 (1): 134. <https://doi.org/10.3390/ani10010134>.

Tung, C. M., y J. E. Pettigrew. 2006. «Critical review of acidifiers». *Report NPB*, 05-169.

Zentek, J., F. Ferrara, R. Pieper, L. Tedin, W. Meyer, y W. Vahjen. 2013. «Effects of Dietary Combinations of Organic Acids and Medium Chain Fatty Acids on the Gastrointestinal Microbial Ecology and Bacterial Metabolites in the Digestive Tract of Weaning Piglets1». *Journal of Animal Science* 91 (7): 3200-3210. <https://doi.org/10.2527/jas.2012-5673>.

Escenarios de nutrición de lechones para la eliminación de AGP



Durante los últimos 60 años, los antibióticos han jugado un papel esencial en la industria porcina como una herramienta de la que dependen los productores de cerdos para controlar enfermedades y reducir la mortalidad. Además, también se sabe que los antibióticos mejoran el rendimiento, incluso cuando se utilizan en dosis subterapéuticas.

La percepción del uso excesivo de antibióticos en la producción porcina, especialmente como promotores del crecimiento (AGP), ha suscitado preocupaciones por parte de los gobiernos y la opinión pública, con respecto a la aparición de bacterias multirresistentes, lo que supone una amenaza no solo para la salud animal sino también para la humana. Los desafíos planteados con respecto a los AGPs y la necesidad de su reducción en la ganadería llevaron al desarrollo de estrategias combinadas como el “Enfoque de una sola salud”, donde la salud animal, la salud humana y el medio ambiente se entrelazan y deben ser considerados en cualquier sistema de producción animal.



En este escenario de intensos cambios, los porcicultores deben evaluar estrategias para adecuar sus

sistemas de producción a la presión global para reducir los antibióticos y aún así tener una producción rentable.

Muchas de estas preocupaciones se centran en la nutrición de los lechones, ya que el uso de niveles subterapéuticos de antimicrobianos como promotores del crecimiento sigue siendo una práctica habitual para prevenir la diarrea post-destete en muchos países (Heo et al., 2013; Waititu et al., 2015). Teniendo esto en cuenta, éste artículo sirve como una guía práctica para los productores de cerdos a través de la eliminación de AGP y sus impactos en el rendimiento y la nutrición de los lechones. Se abordarán tres puntos cruciales:

1. ¿Por qué la eliminación de AGP es una tendencia mundial?
2. ¿Cuáles son las principales consecuencias para la nutrición y el rendimiento de los lechones?
3. ¿Qué alternativas tenemos para garantizar un rendimiento óptimo de los lechones en este escenario?

Eliminación de AGP: un problema global

Las discusiones sobre el futuro de la industria porcina incluyen comprender cómo y por qué la eliminación de AGP se convirtió en un tema tan importante en todo el mundo. Históricamente, los países europeos han liderado discusiones sobre la eliminación de AGP de la producción ganadera. En Suecia, los AGP fueron prohibidos en sus granjas desde 1986. Esta medida culminó con la prohibición total de los AGP en la Unión Europea en 2006. Otros países siguieron los mismos pasos. En Corea, los AGP se eliminaron de las operaciones ganaderas en 2011. Estados Unidos también está haciendo esfuerzos para limitar los AGP y el uso de antibióticos en las granjas de cerdos, como se publicó en una guía revisada por la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA, 2019). En 2016, Brasil y China prohibieron la colistina, y el gobierno brasileño también anunció la eliminación de la tilosina, tiamulina y la lincomicina en 2020. Además, países como India, Vietnam, Bangladesh, Bután e Indonesia han anunciado estrategias para las restricciones de AGP (Cardinal et al., 2019; Davies y Walsh, 2018).

El principal argumento contra los AGP y los antibióticos en general es el riesgo ya mencionado de desarrollo de resistencia a los antimicrobianos, lo que limita las herramientas disponibles para controlar y prevenir enfermedades en la salud humana. Este punto se sustenta en el hecho de que los patógenos resistentes no son estáticos ni exclusivos del ganado, sino que también pueden propagarse a los seres humanos (Barbosa y Bünzen, 2021). Además, se han planteado preocupaciones con respecto al hecho de que los humanos también los mismos antibióticos que en la producción porcina, principalmente antibióticos de tercera generación. La presión sobre los productores de [cerdos](#) aumentó y hoy es multifactorial: desde los departamentos reguladores oficiales y las partes interesadas en diferentes niveles, que deben considerar las preocupaciones del público sobre la resistencia a los antimicrobianos y su impacto en el ganado, la salud humana y la sostenibilidad de las operaciones de la granja (Stein, 2002).

Es evidente que el proceso de reducción o prohibición de antibióticos y AGP en la producción porcina ya es un problema global y aumenta a medida que adquiere nuevas dimensiones. As Cardinal et al. (2019) sugieren que ese proceso es irreversible. Las empresas que quieran acceder al mercado mundial de la carne de cerdo y cumplir con las regulaciones cada vez más estrictas sobre los AGP deben reinventar sus prácticas. Sin embargo, esto no es nada nuevo para la industria porcina. Por ejemplo, los productores de cerdos de EE. UU. y Brasil han adaptado sus operaciones para no usar ractopamina para cumplir con los requisitos de los mercados europeo y asiático. Por lo tanto, podemos estar seguros de que la industria porcina mundial encontrará una forma de reemplazar los antibióticos.

Con eso en mente, el siguiente paso es evaluar las consecuencias de la abstinencia de AGP de las dietas para cerdos y cómo eso afecta el rendimiento general de los animales.

Consecuencias en la salud y el rendimiento de los lechones

Los productores de cerdos saben muy bien que el destete de los cerdos es un desafío. Los lechones están expuestos a muchos factores de estrés biológico durante ese período de transición, incluida la introducción de los lechones a una nueva composición del alimento (pasando de la leche a dietas basadas en plantas), la separación abrupta de la cerda, el transporte y la manipulación, la exposición a nuevas interacciones sociales y las adaptaciones ambientales, para nombrar unos pocos. Tales factores estresantes y desafíos fisiológicos pueden afectar negativamente la salud, el rendimiento del crecimiento y la ingesta de alimento debido a disfunciones del sistema inmunológico (Campbell et al. 2013). Los antibióticos han sido una herramienta muy poderosa para mitigar esta caída del rendimiento. La pregunta entonces es, ¿cuán difícil puede llegar a ser este proceso cuando los AGP se eliminan por completo?

Muchos ganaderos de todo el mundo todavía dependen de los AGP para que el período de destete sea menos estresante para los lechones. Un beneficio principal es que los antibióticos reducirán la incidencia de PWD, con un rendimiento de crecimiento mejorado posterior (Long et al., 2018). El proceso de destete puede crear las condiciones ideales para el crecimiento excesivo de patógenos, ya que el sistema inmunológico de los lechones no está completamente desarrollado y, por lo tanto, no puede defenderse. Los patógenos presentes en el tracto gastrointestinal pueden provocar diarrea post-destete (PWD), entre muchas otras enfermedades clínicas (Han et al., 2021). La PWD es causada por *Escherichia coli* y es un problema global en la industria porcina, ya que compromete la ingesta de alimento y el rendimiento del crecimiento a lo largo de la vida del cerdo, siendo también una causa común de pérdidas debido a la muerte de los lechones (Zimmerman, 2019).

Cardinal et al. (2021) también destacan que la hipótesis de una respuesta inflamatoria intestinal reducida es una explicación de la relación positiva entre el uso de AGP y el aumento de peso de los lechones.

Pluske y col. (2018) señalan que la sobreestimulación del sistema inmunológico puede afectar negativamente la tasa de crecimiento de los cerdos y la eficiencia del uso del alimento. El proceso es fisiológicamente costoso en términos de energía y también puede causar una producción excesiva de prostaglandina E2 (PGE2), lo que lleva a fiebre, anorexia y reducción del rendimiento de los cerdos. Por ejemplo, Mazutti et al. (2016) mostraron un aumento de peso de hasta 1,74 kg por cerdo en animales que recibieron colistina o tilosina en niveles subterapéuticos durante todo el vivero. Helm y col. (2019) encontraron que los cerdos medicados con clortetraciclina en niveles subterapéuticos aumentaron la ganancia diaria promedio en 0.110 kg / día. Ambos atribuyen el mayor peso a la disminución de los costos de activación inmunitaria determinados por la acción de los AGP sobre la microflora intestinal.

Por otro lado, aunque los AGP son una alternativa para el control de enfermedades bacterianas, también han demostrado ser potencialmente perjudiciales para la microbiota beneficiosa y tienen efectos duraderos causados por disbiosis microbiana – abundancia de patógenos potenciales, como *Escherichia* y *Clostridium*; y una reducción de bacterias beneficiosas, como *Bacteroides*, *Bifidobacterium* y *Lactobacillus* (Guevarra et al., 2019; Correa-Fiz, 2019). Además, los AGP redujeron la diversidad de la microbiota, lo que se acompañó de un empeoramiento de la salud general en los lechones (Correa-Fiz, 2019).

También es importante resaltar que el estrés abrupto causado por la transición del amamantamiento al destete tiene consecuencias en diversos aspectos de la función y estructura del intestino, que incluyen hiperplasia de las criptas, atrofia de las vellosidades, inflamación intestinal y menor actividad de la enzima epitelial del borde en cepillo (Jiang et al., 2019). Además, el movimiento de bacterias del intestino al cuerpo puede ocurrir cuando se deteriora la función de la barrera intestinal, lo que resulta en diarrea severa y retraso en el crecimiento. Por lo tanto, las estrategias de nutrición y manejo durante ese período son críticas, y los nutrientes intestinales clave deben usarse para respaldar la función intestinal y el rendimiento del crecimiento.

Con todo eso, es más que nunca necesario comprender mejor la composición intestinal de los lechones y encontrar estrategias para promover la [salud intestinal](#) son medidas críticas para prevenir el crecimiento excesivo y la colonización de patógenos oportunistas y, por lo tanto, poder reemplazar los AGP (Castillo et al., 2007).

Alternativas viables para proteger a los lechones

La buena noticia es que la industria porcina ya cuenta con alternativas efectivas que pueden reemplazar los productos AGP y garantizar un buen desempeño animal.

Las inmunoglobulinas de la yema de huevo (IgY) han demostrado ser una alternativa exitosa a la nutrición de los lechones destetados. Las investigaciones han demostrado que los anticuerpos del huevo mejoran la microbiota intestinal de los lechones, haciéndola más estable (Han et al., 2021). Además, IgY optimiza la inmunidad y el rendimiento de los lechones al tiempo que reduce la aparición de diarrea causada por *E. coli*, rotavirus y *Salmonella* sp. (Li et al., 2016).

Las fitomoléculas (PM) también son alternativas potenciales para la eliminación de AGP, ya que son compuestos bioactivos con características antibacterianas, antioxidantes y antiinflamatorias (Damjanović-Vratnica et al., 2011; Lee y Shibamoto, 2001). Cuando se utilizan para la suplementación de la dieta de los lechones, las fitomoléculas optimizan la salud intestinal y mejoran el rendimiento del crecimiento (Zhai et al., 2018).

Han et al. (2021) evaluó una combinación de suplementos de IgY (Globigen® Jump Start, EW Nutrition) y fitomoléculas (Activo®, EW Nutrition) en las dietas de lechones destetados. Los resultados de ese estudio (Tabla 1 y 2) mostraron que esta estrategia disminuye la incidencia de PWD y coliformes, aumenta la ingesta de alimento y mejora la morfología intestinal de los lechones destetados, haciendo de esa combinación un reemplazo viable de AGP.

Items	Dietary Treatments ¹				SEM ²	p-Value
	NC	PC	AGP	IPM		
Body weight, kg						
Initial	7.29	7.27	7.30	7.31	0.01	0.174
Day 17	9.57	9.42	9.77	9.80	0.07	0.131
Day 42	20.41	19.77	20.46	20.56	0.17	0.372
Days 1–17						
ADFI ³ , g	293.23	281.55	275.52	275.52	3.61	0.267
ADG ³ , g	142.58	133.92	154.04	155.47	4.04	0.192
F:G ³	2.10 ^a	2.13 ^a	1.82 ^b	1.78 ^b	0.05	0.005
Days 18–42						
ADFI, g	731.25	705.60	706.83	721.64	8.65	0.697
ADG, g	416.73	396.92	413.36	411.16	5.22	0.574
F:G	1.76	1.78	1.72	1.76	0.02	0.595
Days 1–42						
ADFI, g	564.39	544.06	542.52	551.69	5.86	0.557
ADG, g	312.29	296.73	314.57	313.75	3.87	0.321
F:G	1.81 ^{a,b}	1.84 ^a	1.73 ^b	1.76 ^{a,b}	0.02	0.098

^{a,b} Different superscript letters within a row indicate significant difference between groups ($p < 0.05$). ¹ Dietary treatments were as follows: NC, negative control group, basal diet; PC, positive control group, basal diet, and challenged with *E. coli* K88; AGP, antibiotic growth promoter group, basal diet supplemented with 75 mg/kg chlortetracycline, 50 mg/kg oxytetracycline calcium, and 40 mg/kg zinc bacitracin, and challenged with *E. coli* K88; IPM, IgY and PM group, basal diet supplemented with IgY at dose of 2.5 g/kg and 1 g/kg and PM at dose of 300 mg/kg and 150 mg/kg during days 1 to 17 and 18 to 42, respectively, and challenge with *E. coli* K88. ² SEM, standard error of the mean, $n = 8$. ³ ADFI, average daily feed intake; ADG, average daily gain; F:G, ratio of feed to weight gain.

Table 1. Effect of dietary treatments on the growth performance of weaned pigs challenged with *E. coli* K88 (SOURCE: Han et al., 2021).

Items ³	Dietary treatments ¹				SEM ²	p-Value
	NC	PC	AGP	IPM		
Day 1–6 b.c.	5.56	5.55	3.47	5.20	0.67	0.335
Day 7–9 c.t.	16.67 ^c	45.23 ^a	23.61 ^{b,c}	30.55 ^b	2.65	<0.001
Day 1–7 p.c.	25.30 ^c	60.88 ^a	40.21 ^{a,b}	38.09 ^b	2.48	<0.001
Day 8–17 p.c.	18.05	26.00	18.81	22.50	1.37	0.061
Day 18–33 p.c.	15.62	21.00	15.41	18.96	1.49	0.247

^{a-c} Different superscript letters within a row indicate significant difference between groups ($p < 0.05$). ¹ Dietary treatments were as follows: NC, negative control group, basal diet; PC, positive control group, basal diet, and challenged with *E. coli* K88; AGP, antibiotic growth promoter group, basal diet supplemented with 75 mg/kg chlortetracycline, 50 mg/kg oxytetracycline calcium, and 40 mg/kg zinc bacitracin, and challenged with *E. coli* K88; IPM, IgY and PM group, basal diet supplemented with IgY at dose of 2.5 g/kg and 1 g/kg and PM at dose of 300 mg/kg and 150 mg/kg during days 1 to 17 and 18 to 42, respectively, and challenge with *E. coli* K88. ² SEM, standard error of the mean, $n = 8$. ³ Items: Day 1–6 b.c., days 1–6 before-challenging with *E. coli* K88; Day 7–9 c.t., days 7–9 challenging time of experiment; Days 1–7 p.c., days 1–7 post-challenging with *E. coli* K88.

Table 2. Effect of dietary treatments on the post-weaning diarrhea incidence of weaned pigs challenged with *E. coli* K88 (%) (SOURCE: Han et al., 2021).

Un ensayo realizado en el Instituto de Ciencias Animales de la Academia China de Ciencias Agrícolas, China, complementó a los cerdos destetados desafiados por *E. coli* K88 con una combinación de PM (Activo®, EW Nutrition) e IgY (Globigen® Jump Start). El ensayo informó que esta combinación (AC / GJS) mostró menos casos de diarrea que en los animales del grupo positivo (PC) durante la primera semana después de la exposición y una incidencia de diarrea similar a la del grupo AGP durante los días 7 y 17 después de la exposición (Figura 1).

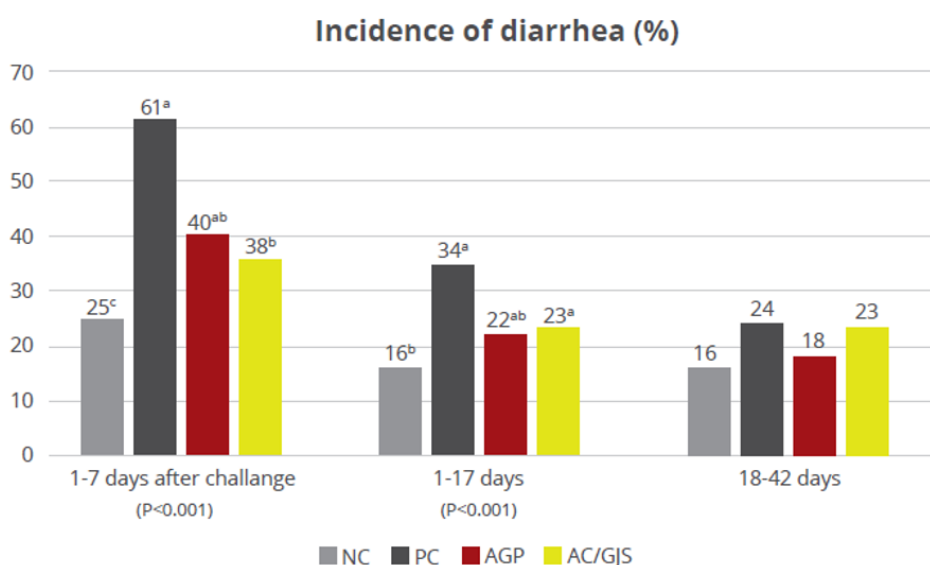


Figura 1 – Incidencia de diarrea (%). NC: grupo negativo, PC: grupo positivo, AGP: suplementación con AGP, AC / GJS: combinación de PM (Activo, EW Nutrition) e IgY (Globigen Jump Start).

El mismo ensayo también mostró que la combinación de estos aditivos no antibióticos fue tan eficiente como los AGP para mejorar el rendimiento de los cerdos bajo desafíos entéricos bacterianos, mostrando efectos positivos sobre el peso corporal, la ganancia diaria promedio (Figura 2) y la tasa de conversión alimenticia (Figura 2, 3).

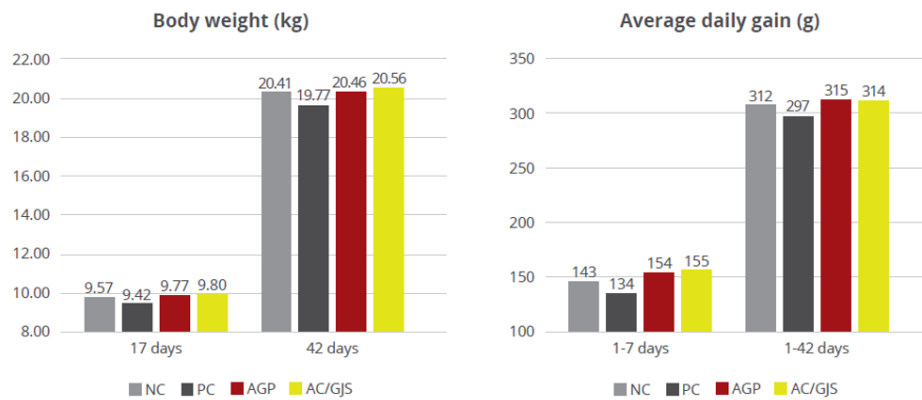


Figura 2 - Peso corporal (kg) y ganancia diaria promedio (g). NC: grupo negativo, PC: grupo positivo, AGP: suplementación con AGP, AC / GJS: combinación de PM (Activo, EW Nutrition) e IgY (Globigen Jump Start).

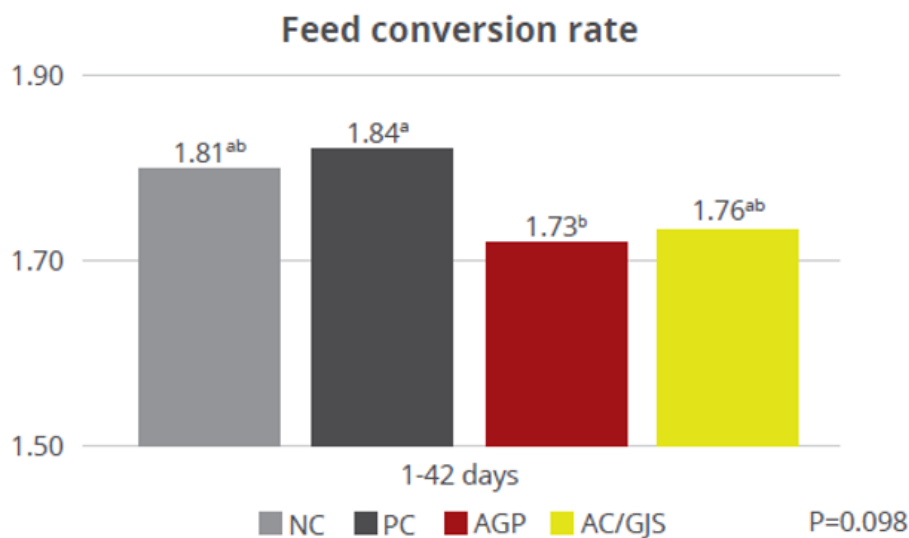


Figura 3 - Tasa de conversión alimenticia. NC: grupo negativo, PC: grupo positivo, AGP: suplementación con AGP, AC / GJS: combinación de PM (Activo, EW Nutrition) e IgY (Globigen Jump Start).

Rosa et al. También destacan los múltiples beneficios del uso de IgY en las estrategias de nutrición de los lechones. (2015), Figura 4 y Prudius (2021).

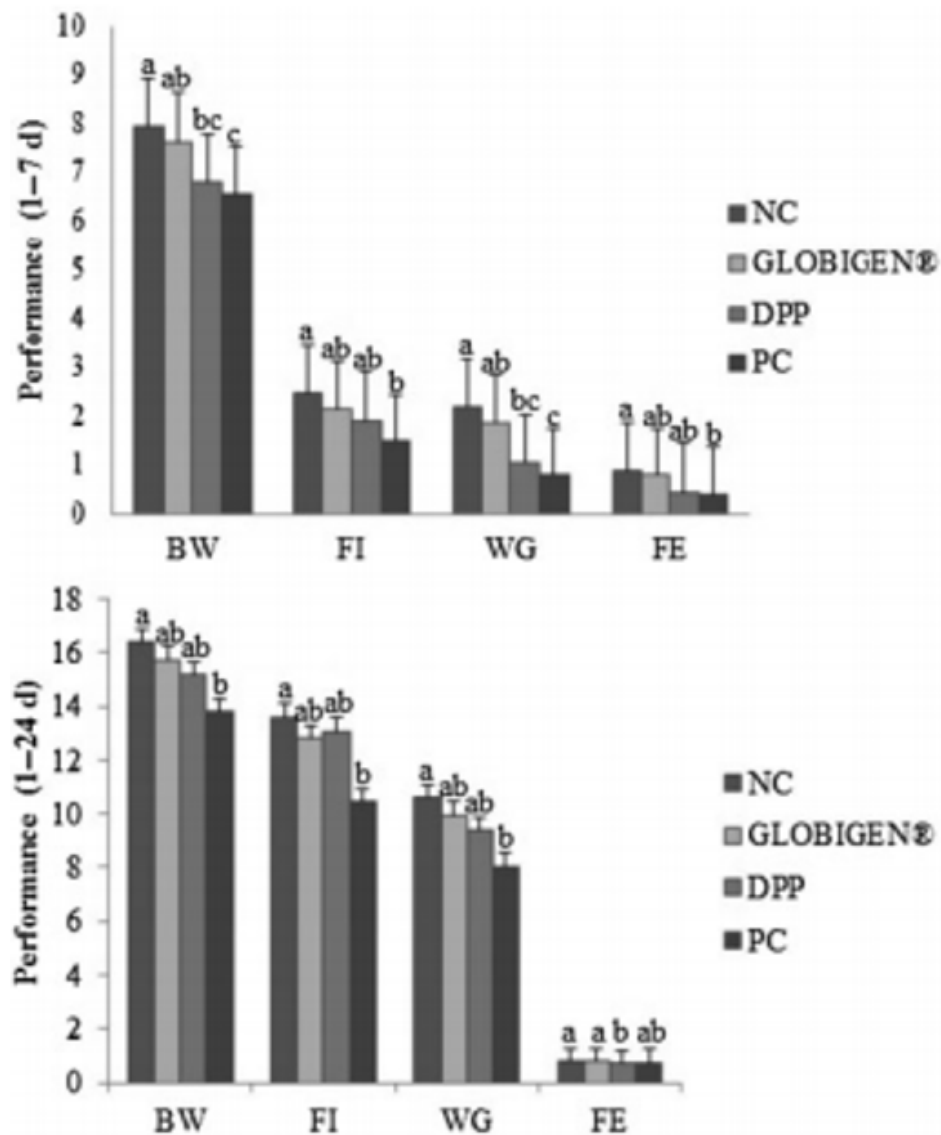


Figura 4. Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento de lechones recién destetados. Las medias ($\pm$ SEM) seguidas de las letras a, b, c en el mismo grupo de columnas difieren ($p < 0.05$). NC (no desafiado con ETEC y dieta con 40 ppm de colistina, 2300 ppm de zinc y 150 ppm de cobre). Tratamientos desafiados con ETEC: GLOBIGEN® (0,2% de GLOBIGEN®); DPP (4% de plasma seco porcino); y PC (dieta basal) (FUENTE: Rosa et al., 2015).

Conclusiones

La eliminación de AGP y la reducción general de antibióticos parece ser la única dirección que debe tomar la industria porcina mundial para el futuro. Desde la primera línea, los productores de cerdos exigen productos rentables sin AGP que no comprometan el rendimiento del crecimiento y la salud animal. Junto con esta demanda, encontrar las mejores estrategias para la nutrición de los lechones en este escenario es fundamental para minimizar los efectos adversos del estrés del destete. Con eso en mente, alternativas como las inmunoglobulinas de huevo y las fitomoléculas son opciones comerciales que ya están mostrando grandes resultados y beneficios, ayudando a los productores porcinos a dar un paso más en el futuro de la nutrición porcina.

Referencias

Damjanović-Vratnica, Biljana, Tatjana Đakov, Danijela Šuković and Jovanka Damjanović, "Antimicrobial effect of essential oil isolated from *Eucalyptus globulus* Labill. from Montenegro," *Czech Journal of Food Sciences* 29, no. 3 (2011): 277-284.

Pozzebon da Rosa, Daniele, Maite de Moraes Vieira, Alexandre Mello Kessler, Tiane Martin de Moura, Ana Paula Guedes Frazzon, Concepta Margaret McManus, Fábio Ritter Marx, Raquel Melchior and Andrea Machado Leal Ribeiro, "Efficacy of hyperimmunized hen egg yolks in the control of diarrhea in newly weaned piglets," *Food and Agricultural Immunology* 26, no. 5 (2015): 622-634.
<https://doi.org/10.1080/09540105.2014.998639>

Freitas Barbosa, Fellipe, Silvano Bünzen. Produção de suínos em épocas de restrição aos antimicrobianos—uma visão global. In: *Suinocultura e Avicultura: do básico a zootecnia de precisão* (2021): 14-33. <https://dx.doi.org/10.37885/210203382>

Correa-Fiz, Florencia, José Maurício Gonçalves dos Santos, Francesc Illas and Virginia Aragon, "Antimicrobial removal on piglets promotes health and higher bacterial diversity in the nasal microbiota," *Scientific reports* 9, no. 1 (2019): 1-9. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-43022-y>

Food and Drug Administration [FDA]. 2019. Animal drugs and animal food additives. Available at: <https://www.fda.gov/animalveterinary/development-approval-process/veterinary-feeddirective-vfd>

Stein, Hans H , "Experience of feeding pigs without antibiotics: a European perspective," *Animal Biotechnology* 13 no. 1(2002): 85-95. <https://doi.org/10.1081/abio-120005772>

Helm, Emma T, Shelby Curry, Julian M Trachsel, Martine Schroyen, Nicholas K Gabler, "Evaluating nursery pig responses to in-feed sub-therapeutic antibiotics", *PLoS One* 14 no. 4 (2019).
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216070>.

Hengxiao Zhai, Hong Liu, Shikui Wang, Jinlong Wu and Anna-Maria Klünter, "Potential of essential oils for poultry and pigs," *Animal Nutrition* 4, no. 2 (2018): 179-186. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.01.005>

Pluske, J. R., Kim, J. C., Black, J. L. "Manipulating the immune system for pigs to optimise performance," *Animal Production Science* 58, no 4, (2018): 666-680. <https://doi.org/10.1071/an17598>

Zimmerman, Jeffrey, Locke Karriker, Alejandro Ramirez, Kent Schwartz, Gregory Stevenson, Jianqiang Zhang (Eds.), "Diseases of Swine," 11 (2019), Wiley Blackwell.

Campbell, Joy M, Joe D Crenshaw & Javier Polo, "The biological stress of early weaned piglets", *Journal of animal science and biotechnology* 4, no. 1 (2013):1-4. <https://doi.org/10.1186/2049-1891-4-19>

Jung M. Heo, Opapeju, F. O., Pluske, J. R., Kim, J. C., Hampson, D. J., & Charles M. Nyachoti, "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, no. 2 (2013): 207-237. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2012.01284.x>

Junjie Jiang, Daiwen Chen, Bing Yu, Jun He, Jie Yu, Xiangbing Mao, Zhiqing Huang, Yuheng Luo, Junqiu Luo, Ping Zheng, "Improvement of growth performance and parameters of intestinal function in liquid fed early weanling pigs," *Journal of animal science* 97, no. 7 (2019): 2725-2738. <https://doi.org/10.1093/jas/skz134>

Cardinal, Kátia Maria, Ines Andretta, Marcos Kipper da Silva, Thais Bastos Stefanello, Bruna Schroeder and Andréa Machado Leal Ribeiro, "Estimation of productive losses caused by withdrawal of antibiotic growth promoter from pig diets – Meta-analysis," *Scientia Agricola* 78, no.1 (2021): e20200266.
<https://doi.org/10.1590/1678-992X-2020-0266>

Cardinal, Katia Maria, Marcos Kipper, Ines Andretta and Andréa Machado Leal Ribeiro, "Withdrawal of antibiotic growth promoters from broiler diets: Performance indexes and economic impact," *Poultry science* 98, no. 12 (2019): 6659-6667. <https://doi.org/10.3382/ps/pez536>

Mazutti, Kelly, Leandro Batista Costa, Lígia Valéria Nascimento, Tobias Fernandes Filho, Breno Castello Branco Beirão, Pedro Celso Machado Júnior, Alex Maiorka, "Effect of colistin and tylosin used as feed additives on the performance, diarrhea incidence, and immune response of nursery pigs", *Semina*:

Ciências Agrárias 37, no. 4 (2016): 1947. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2016v37n4p1947>

Lee, Kwang-Geun and Takayuki Shibamoto, "Antioxidant activities of volatile components isolated from Eucalyptus species," *Journal of the Science of Food and Agriculture* 81, no. 15 (2001): 1573-1579. <https://doi.org/10.1002/jsfa.980>

Long, S. F., Xu, Y. T., Pan, L., Wang, Q. Q., Wang, C. L., Wu, J. Y., ... and Piao, X. S. Mixed organic acids as antibiotic substitutes improve performance, serum immunity, intestinal morphology and microbiota for weaned piglets," *Animal Feed Science and Technology* 235, (2018): 23-32.

Davies, Madlen and Timothy R. Walsh, "A colistin crisis in India," *The Lancet. Infectious diseases* 18, no. 3 (2018): 256-257. [https://doi.org/10.1016/s1473-3099\(18\)30072-0](https://doi.org/10.1016/s1473-3099(18)30072-0)

Castillo, Marisol, Susana M Martín-Orúe, Miquel Nofrarías, Edgar G Manzanilla and Josep Gasa, "Changes in caecal microbiota and mucosal morphology of weaned pigs", *Veterinary microbiology* 124, no. 3-4 (2007): 239-247. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2007.04.026>

Dyar, Oliver J, Jia Yin, Lili Ding, Karin Wikander, Tianyang Zhang, Chengtao Sun, Yang Wang, Christina Greko, Qiang Sun and Cecilia Stålsby Lundborg, "Antibiotic use in people and pigs: a One Health survey of rural residents' knowledge, attitudes and practices in Shandong province, China", *Journal of Antimicrobial Chemotherapy* 73, no. 10 (2018): 2893-2899. <https://doi.org/10.1093/jac/dky240>

Prudius, T. Y., Gutsol, A. V., Gutsol, N. V., & Mysenko, O. O "Globigen Jump Start usage as a replacer for blood plasma in prestarter feed for piglets," *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Series: Agricultural sciences* 23, no. 94 (2021): 111-116. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9420>

Guevarra, Robin B., Jun Hyung Lee, Sun Hee Lee, Min-Jae Seok, Doo Wan Kim, Bit Na Kang, Timothy J. Johnson, Richard E. Isaacson and Hyeun Bum, "Piglet gut microbial shifts early in life: causes and effects," *Journal of animal science and biotechnology* 10, no. 1 (2019): 1-10. <https://dx.doi.org/10.1186%2Fs40104-018-0308-3>

Waititu, Samuel M., Jung M. Heo, Rob Patterson and Charles M. Nyachoti, "Dose-response effects of in-feed antibiotics on growth performance and nutrient utilization in weaned pigs fed diets supplemented with yeast-based nucleotides," *Animal Nutrition* 1, no. 3 (2015): 166-169. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2015.08.007>

Xiaoyu Li, Ying Yao, Xitao Wang, Yuhong Zhen, Philip A Thacker, Lili Wang, Ming Shi, Junjun Zhao, Ying Zong, Ni Wang, Yongping Xu. "Chicken egg yolk antibodies (IgY) modulate the intestinal mucosal immune response in a mouse model of Salmonella typhimurium infection," *International immunopharmacology* 36, (2016) 305-314. <https://doi.org/10.1016/j.intimp.2016.04.036>

Yunsheng Han, Tengfei Zhan, Chaohua Tang, Qingyu Zhao, Dieudonné M Dansou, Yanan Yu, Fellipe F Barbosa, Junmin Zhang. Effect of Replacing in-Feed Antibiotic Growth Promoters with a Combination of Egg Immunoglobulins and Phytomolecules on the Performance, Serum Immunity, and Intestinal Health of Weaned Pigs Challenged with Escherichia coli K88. *Animals* 11, no. 5 (2021): 1292. <https://doi.org/10.3390/ani11051292>

Por qué necesitamos reemplazar

el óxido de zinc para combatir la diarrea post-destete



Los lechones experimentan un estrés significativo cuando son destetados de la cerda y cambian la dieta, haciéndolos susceptibles a trastornos gastrointestinales. Principalmente durante las dos primeras semanas después del destete, es probable que sufran diarrea post-destete (DPD). La DPD es un problema importante para los productores de cerdos en todo el mundo: conduce a una deshidratación severa, retraso en el crecimiento y [tasas de mortalidad de hasta el 20-30%](#). El tratamiento y los costes laborales adicionales reducen aún más la rentabilidad de la granja y requieren intervenciones antibióticas no deseadas.

Óxido de zinc: una herramienta eficaz pero muy problemática

Desde principios de la década de 1990, el óxido de zinc (ZnO) se ha utilizado para controlar la diarrea posterior al destete y promover el crecimiento en lechones, principalmente en dosis terapéuticas de 2500 a 3000 ppm. Su modo de acción aún no se comprende del todo; Es probable que influyan los efectos sobre los [procesos inmunitarios o metabólicos, la microbiota alterada o el metabolismo posabsorción](#). Lo que está claro es que el uso de ZnO en la producción porcina europea ha aumentado considerablemente desde que la UE prohibió el uso de antibióticos como promotores del crecimiento en 2006 para frenar el desarrollo de resistencia a los antimicrobianos.

Los cerdos dependen de un suministro continuo de zinc. Entre otras funciones, este oligoelemento constituye un componente funcional de alrededor de 300 enzimas bioquímicas, por lo que es fundamental para la mayoría de los procesos metabólicos y, por extensión, para una salud, producción y reproducción óptimas. Por lo tanto, las dietas modernas para cerdos [incluyen suplementos de zinc](#) para satisfacer las necesidades de los animales. La Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) sugiere actualmente que un [nivel total de 150 ppm de zinc](#) en el pienso coincide con la necesidad fisiológica de zinc de los animales. Las preocupaciones de la EFSA están relacionadas únicamente con las preocupaciones medioambientales que surgen de las altas dosis farmacológicas de ZnO.

Estas preocupaciones son realmente graves: después de todo, el zinc es un metal pesado. Demasiado zinc es tóxico para el animal, por lo que su fisiología asegura que se excrete una ingesta excesiva de zinc. La biodisponibilidad y absorción del zinc a partir del óxido de zinc es particularmente baja. Por lo tanto, la mayor parte del zinc que se da a los lechones de esta manera se acumula en su purín, que se usa ampliamente como fertilizante orgánico para suelos agrícolas.

La aplicación continua de purín aumenta gradualmente las concentraciones de zinc en la capa superficial del suelo; la lixiviación y la escorrentía conducen a la contaminación de las aguas subterráneas, superficiales y sedimentarias. Como el zinc no es volátil ni degradable, es solo cuestión de tiempo antes de que las concentraciones produzcan efectos ecotóxicos, incluidos los cultivos alimentarios, la vida acuática y el agua potable. Las medidas clásicas de mitigación, como diluir el estiércol o mantener ciertas distancias mínimas entre las áreas de aplicación y las aguas superficiales, solo pueden ralentizar la acumulación ambiental de zinc, no prevenirla.

Prohibición de la UE: ZnO se eliminará gradualmente para 2022

En 2017, la Agencia Europea de Medicamentos (EMA), la agencia de la UE responsable de la evaluación científica, la supervisión y el control de la seguridad de los medicamentos, incluidos los medicamentos veterinarios, realizó un análisis general de riesgo-beneficio para el ZnO. Llegó a la conclusión de que los beneficios de prevenir la diarrea en los cerdos no superan los importantes riesgos ambientales causados por la contaminación por zinc. Para junio de 2022, todos los estados miembros de la UE tendrán que [retirar las autorizaciones de comercialización](#) de los medicamentos veterinarios que contienen óxido de zinc que se administran por vía oral a especies productoras de alimentos.

En su [decisión](#), el Comité de Medicamentos de Uso Veterinario de la EMA también señala el riesgo de que, debido a la co-resistencia, el uso de óxido de zinc pueda promover el desarrollo de resistencia a los antimicrobianos. Se ha demostrado que altas dosis de suplementos de zinc [aumentan la proporción de *E. coli*](#) y [Salmonella](#) resistentes a múltiples fármacos, dos de los patógenos más importantes en la producción porcina.

Además, los estudios muestran que el zinc excesivo [puede acumularse](#) en el hígado, el páncreas y el suero sanguíneo, y que [reduce permanentemente la población de lactobacilos](#) de la flora intestinal. ¿Con qué consecuencias para el rendimiento en la fase de engorde? Por lo tanto, hay muchas razones por las que deshacerse del óxido de zinc es algo bueno y, en última instancia, dará como resultado una producción porcina aún mejor y más sostenible, pero, por supuesto, solo si se aplican estrategias de reemplazo efectivas para controlar la DPD y aumentar el rendimiento de los lechones.

Hacia cero ZnO: los aditivos alimentarios inteligentes optimizan la salud intestinal

La búsqueda de alternativas de ZnO nos lleva de regreso al principio, al tracto gastrointestinal desafiado de los lechones. Durante sus primeros tres meses de vida, el aparato gastrointestinal (TGI) de los [cerdos](#) se somete a un [complejo proceso de maduración](#) de sus sistemas nerviosos epitelial, inmunológico y aparato entérico. Solo una vez que todos ellos están completamente desarrollados, el intestino es capaz de realizar sus funciones normales (digestión, absorción de nutrientes, inmunidad, etc.), al mismo tiempo que proporciona una barrera eficaz contra los patógenos, antígenos y toxinas en la luz intestinal.

A diferencia de lo que ocurre en la naturaleza, donde el destete ocurre alrededor del momento en que las funciones del TGI han madurado, el destete en la producción porcina comercial tiene lugar durante este período de desarrollo vulnerable. La diarrea posterior al destete es en última instancia una consecuencia de la disbiosis intestinal, un estado de desequilibrio en el microbioma intestinal que a su vez es inducido por los factores estresantes dietéticos, conductuales y ambientales de la fase de destete (como separación de la cerda, vacunaciones, transporte, , introducción de piensos sólidos).

Por lo tanto, el control de las DPD comienza con el manejo de estos factores estresantes, lo que incluye garantizar una ingesta suficiente de calostro, cambios graduales de alimentación y una higiene meticulosa en la lechonera. Fundamentalmente, la dieta de destete debe apoyar de manera óptima la salud intestinal. Las soluciones inteligentes de aditivos alimentarios pueden

- reducir la carga patógena en el tracto gastrointestinal del lechón,
- fortalecer la funcionalidad de barrera intestinal en la maduración del lechón, e
- inducir selectivamente el desarrollo de microorganismos beneficiosos dentro del microbioma.

Una combinación sinérgica de fitomoléculas, ácidos grasos de cadena media, glicéridos de ácidos y prebióticos logra estos objetivos de manera confiable y rentable. Gracias a sus propiedades antimicrobianas, antiinflamatorias y digestivas, estos ingredientes seleccionados apoyan eficazmente a los lechones durante esta fase crítica de su desarrollo intestinal posnatal, al tiempo que aumentan su consumo de alimento.

En la última década, el sector porcino europeo se ha adaptado con éxito a la prohibición de 2006 de los antibióticos promotores del crecimiento mediante mejoras significativas en las prácticas de gestión y alimentación. Eliminar el óxido de zinc es un desafío ambicioso, pero con el apoyo de aditivos alimentarios funcionales específicos, los productores podrán preparar a sus lechones para un rendimiento y salud fuertes, sostenibles y sin ZnO.

Referencias

Amezcu, Rocio, Robert M. Friendship, Catherine E. Dewey, Carlton Gyles, and John M. Fairbrother. "Presentation of postweaning Escherichia coli diarrhea in southern Ontario, prevalence of hemolytic E. coli serogroups involved, and their antimicrobial resistance patterns." *Canadian Journal of Veterinary Research* 66, no. 2 (April 2002): 73-8. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC226986/>.

Bednorz, Carmen, Kathrin Oelgeschläger, Bianca Kinnemann, Susanne Hartmann, Konrad Neumann, Robert Pieper, Astrid Bethe, et al. "The Broader Context of Antibiotic Resistance: Zinc Feed Supplementation of Piglets Increases the Proportion of Multi-Resistant Escherichia Coli in Vivo." *International Journal of Medical Microbiology* 303, no. 6-7 (2013): 396-403. <https://doi.org/10.1016/j.ijmm.2013.06.004>.

Brugger, Daniel, and Wilhelm M. Windisch. "Strategies and Challenges to Increase the Precision in Feeding Zinc to Monogastric Livestock." *Animal Nutrition* 3, no. 2 (March 24, 2017): 103-8. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2017.03.002>.

Burrough, Eric R., Carson De Mille, and Nicholas K. Gabler. "Zinc Overload in Weaned Pigs: Tissue Accumulation, Pathology, and Growth Impacts." *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation* 31, no. 4 (June 6, 2019): 537-45. <https://doi.org/10.1177/1040638719852144>.

De Mille, Carson, Emma T. Helm, Eric R. Burrough, and Nicholas K. Gabler. "Zinc oxide does not alter ex vivo intestinal integrity or active nutrient transport in nursery pigs." Paper presented at the *Zero Zinc Summit, Copenhagen, Denmark, June 17-18, 2019*. <https://svineproduktion.dk/Services/-/media/3E0A1D2A4CAC409FAA6212B91DFEA537.ashx>.

Moeser, Adam J., Calvin S. Pohl, and Mrigendra Rajput. "Weaning Stress and Gastrointestinal Barrier Development: Implications for Lifelong Gut Health in Pigs." *Animal Nutrition* 3, no. 4 (December 2017): 313-21. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2017.06.003>.

Rhouma, Mohamed, Francis Beaudry, William Thériault, and Ann Letellier. "Colistin in Pig Production: Chemistry, Mechanism of Antibacterial Action, Microbial Resistance Emergence, and One Health Perspectives." *Frontiers in Microbiology* 7 (November 11, 2016): Article 1789. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01789>.

Starke, Ingo C., Robert Pieper, Konrad Neumann, Jürgen Zentek, and Wilfried Vahjen. "The Impact of High Dietary Zinc Oxide on the Development of the Intestinal Microbiota in Weaned Piglets." *FEMS Microbiology Ecology* 87, no. 2 (February 1, 2014): 416-27. <https://doi.org/10.1111/1574-6941.12233>.

