

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 tenida 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).

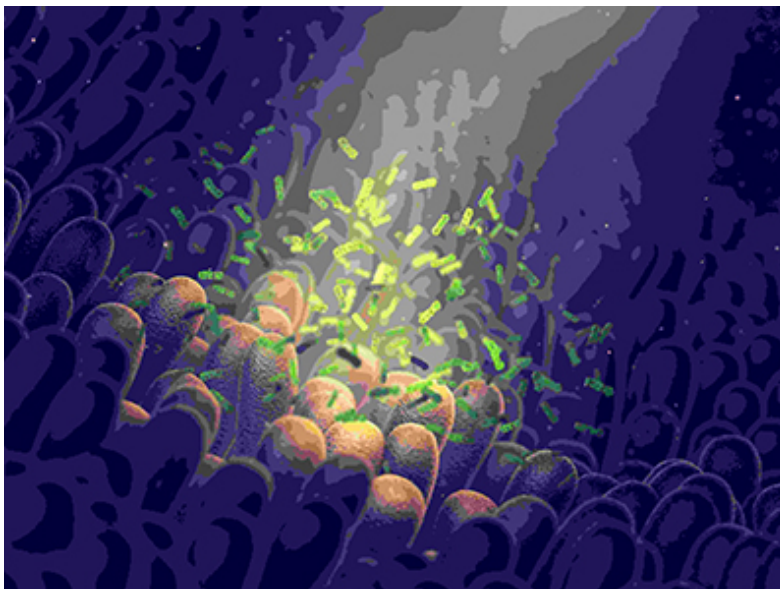


Figura 2: Vellosidades intestinales y bacteria

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 ⁱ	8,50 ^a	7,90 ^{ab}	7,30 ^b	7,60 ^b	7,70 ^b
	<i>E. coli</i> ⁱ	7,00 ^a	5,70 ^b	5,70 ^b	6,00 ^b	6,10 ^b
Colon	Lactobacilli/Bifidobacteria ⁱ	8,70 ^a	7,70 ^b	7,20 ^b	7,60 ^b	7,60 ^b
	<i>E. coli</i> ⁱ	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>.