
EFECTO DE LA ADICIÓN DE ÁCIDO CÍTRICO SOBRE EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO DE LECHONES EN LA FASE DE LACTANCIA

Rafael Andrés Contreras-Quintero

Daniel Eduardo Huertas-Montiel

Roberto Arturo Angulo-Arroyave

Andrés Felipe Gutiérrez-Giraldo

*Grupo de Investigación en Recursos Naturales, Biotecnología y Bioprospección (RENABBIO)
Semillero de Investigación en Gestión de la producción agropecuaria y desarrollo de sistemas sostenibles (GEAGRO)
Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Regional Caldas.
Centro Pecuario y Agroempresarial - Programa AgroSENA.
Correspondencia autores: raarroyave@sena.edu.co*

Resumen: La utilización de ácido cítrico en lechones ha mostrado efecto positivo en el control del pH gástrico, la digestibilidad de la proteína cruda y de los aminoácidos y el balance de los microorganismos de intestino en lechones, mejorando el desempeño productivo. En el presente estudio se evaluó el efecto de la utilización de ácido cítrico en el desempeño productivo de lechones en la fase de lactancia. Fueron utilizadas 12 camadas de cerdas multíparas en las cuales se evaluaron cuatro concentraciones de ácido cítrico en el agua de bebida (0, 1, 2 y 3%) sobre el peso al destete (PD), ganancia de peso diaria (GPD), consumo de alimento en la etapa (CDE), la incidencia de diarreas (IDC) y la mortalidad asociada a problemas digestivos (MDA). Para el análisis estadístico se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Se aplicó la prueba de Tukey para obtener las diferencias entre las medias. Se observó que la adición de ácido cítrico tiene un efecto significativo ($P < 0,05$) sobre el peso al destete (PD), la ganancia de peso diaria (GPD) y el consumo de alimento en la etapa (CAE) cuando se suministra en concentraciones del 3%. Se observó una diferencia significativa en la reducción de IDC y MAD. Los resultados obtenidos en este trabajo demuestran que el suministro de ácido cítrico mejora el desempeño productivo de cerdos en lactancia y reduce la presentación de diarreas y la mortalidad asociada a problemas digestivos.

Palabras clave: Cerdos, consumo, diarrea, mortalidad, parámetros productivos.

EFFECT OF THE ADDITION OF CITRIC ACID ON THE PRODUCTIVE PERFORMANCE OF PIGLETS IN THE LACTATION PHASE

Abstract: The use of citric acid in piglets has shown a positive effect in the control of gastric pH, the digestibility of crude protein and amino acids and the balance of intestinal microorganisms in piglets, improving productive performance. In the present study, the effect of the use of citric acid on the productive performance of piglets in the lactation phase was evaluated. 12 litters of multiparous sows were used in which four concentrations of citric acid in the drinking water (0, 1, 2 and 3%) were evaluated on the weight at weaning (PD), daily weight gain (GPD), consumption of food in the stage (CDE), the incidence of diarrhea (IDC) and mortality associated with digestive problems (MDA). For the statistical analysis a completely randomized design (DCA) was used, with four treatments and three repetitions. Tukey test was applied to obtain the differences between the means. It was observed that the addition of citric acid, has a significant effect ($P < 0.05$) on the weight at weaning (PD) and the daily weight gain (GPD) and the food consumption in the stage (CAE) when it supplies in 3% concentrations. A significant difference was observed in the reduction of IDC and MAD. The results obtained in this work show that the citric acid supply improves the productive performance of pigs in lactation and reduces the presentation of diarrhea and the mortality associated with digestive problems.

Keywords: Pigs, consumption, diarrhea, mortality, productive parameters

Introducción

El parámetro técnico que define la productividad de una granja de cerdos es el número de lechones destetados por cerda cada año, factor que se ve afectado por el alto índice de mortalidad que se presenta en esta etapa de producción y que afecta directamente la eficiencia económica de los sistemas de producción porcina (Weber *et al.*, 2009). Las mayores pérdidas por mortalidad de lechones se presentan en la etapa de lactancia, producidas principalmente por enfermedades digestivas que se traducen en diarreas causadas por *Escherichia coli* (Metzler *et al.*, 2005; Alonso-Spilsbury *et al.*, 2007). Se ha comprobado que la utilización de ácidos en los sistemas de alimentación tiene una relación con la exclusión competitiva de bacterias patógenas (Lalles *et al.*, 2007) y que su efecto genera una influencia posi-

tiva en el balance de la microflora intestinal, integridad y maduración del epitelio asociado al intestino y funcionamiento del sistema neuro-endocrino en lechones en etapas tempranas (Metzler *et al.*, 2005). Los ácidos orgánicos han sido utilizados como antimicrobianos y promotores de crecimiento en dietas para lechones y se ha observado su efecto en el control del pH gástrico, en el incremento de la eficiencia de la pepsina y de la actividad de las enzimas proteolíticas, mejorando la digestibilidad de la proteína cruda y de los aminoácidos, en la reducción de la producción de poliaminas tóxicas —cadaverina y putrexina— y amonio en el íleon y en el colon, y como fuente directa de energía en el metabolismo intermediario (Mosenthin, 2003; Metzler *et al.*, 2005). Estos efectos permiten mantener un bajo pH

del tracto gastrointestinal y controlar el equilibrio de las poblaciones microbianas, reduciendo el riesgo de colonización de tramos posteriores del tracto digestivo por microorganismos patógenos (Jensen, 1998). El ácido cítrico, es un ácido orgánico tricarbóxico presente en algunos alimentos y que también se produce en el tracto gastrointestinal. Trabajos realizados por Campabadal *et al.*, 1995; Tsiloyiannis *et al.*, 2001; Risley *et al.*, 2011; y Ortiz-Rueda *et al.*, 2012, reportan que la adición de ácido cítrico en el agua en dosis de 0,5% y 3,0%, mejora la producción de ácido láctico, promoviendo el crecimiento de bacterias benéficas, efecto que se refleja en la ganancia diaria de peso, la conversión del alimento, la eficiencia alimenticia y la reducción en la incidencia de diarreas y la mortalidad asociada a problemas digestivos. El objetivo de este estudio fue comparar diferentes niveles de ácido cítrico en el agua de bebida de lechones durante la etapa de lactancia, evaluando el efecto de la inclusión sobre los parámetros productivos, así como la incidencia de diarreas y mortalidad asociada a problemas digestivos.

Materiales y métodos

Localización

El experimento se llevó a cabo en las instalaciones de una granja porcina comercial de cría propiedad de la empresa Agro-Inversiones San Mateo SAS, ubicada en la vereda Malabar, del municipio de Mariquita en el departamento del Tolima, ubicado a una latitud de 05° 12' 04", a una altitud de 495 msnm, una temperatura promedio de 26,1 °C y una precipitación media aproximada de 2267 mm.

Animales

Para el desarrollo de la investigación fueron seleccionadas 12 hembras multíparas de la línea genética comercial Hypor Libra (Porcigenes), inseminadas con macho terminal PIC 410 superior, las cuales al momento del parto se homogenizaron con tamaños de camada

de 12 lechones; adicionalmente, se verificó que la diferencia entre partos no fuera superior a dos (2) días. Las hembras fueron vacunadas a los 90 días de gestación con Porcilis® Coli, vacuna oleosa inactivada contra la enterotoxiosis en lechones causada por *E. Coli* y vermifugadas con 10 ml de Ivermectina al 1%. Al momento del nacimiento, a cada lechón se le realizó una curación de ombligo y corte de cola y se les aplicó por vía subcutánea 2 ml de hierro con una concentración de 200 mg y 0,2 ml de Amoxicilina (trihidrato) de 150 mg, y se les administró por vía oral 2 ml de Toltrazuril de 50 mg, de acuerdo a las indicaciones establecidas por PIC (2015).

Tratamientos

Los tratamientos evaluados fueron: T0 = agua de bebida sin ácido cítrico; T1 = Agua de bebida con el 1% de ácido cítrico; T2 = Agua de bebida con el 2% de ácido cítrico; y T3 = Agua de bebida con el 3% de ácido cítrico. Todos los tratamientos fueron dosificados diariamente en bebederos individuales para cada camada 2000 ml de la mezcla de agua y el porcentaje de ácido cítrico correspondiente a cada tratamiento, para asegurar el consumo total de la mezcla.

Instalaciones

Se utilizaron 12 jaulas de maternidad individuales de 0,6 m de ancho, 1,8 m de largo y 1,0 m de alto, separadas con divisiones de PVC de 0,6 m de alto y 0,06 m de ancho, con piso plástico ranurado y separadas 50 cm, dotadas con bebedero de chupón y comedero individual para las hembras, y bebederos Dutty, comederos de preiniciación y lámparas de calefacción para los lechones. Cada jaula representó una unidad experimental y fueron distribuidas de manera aleatorizada antes del inicio del experimento.

Alimentación

Durante el periodo experimental, todas las cerdas consumieron 8 kg de una dieta de lactancia formulada para satisfacer sus necesidades nutricionales de acuer-

do a las tablas del National Research Council (NRC, 2012), fraccionada en 8 tomas diarias; y los lechones fueron alimentados a partir del día 7 de lactancia con concentrado comercial de preiniciación a voluntad en todos los tratamientos y suministrado dos veces al día para evitar desperdicios. Se tomaron muestras del alimento de ambos grupos, las que posteriormente fueron sometidas a análisis químico proximal (AOAC, 2002) en el Laboratorio de Nutrición Animal de Itacol S.A. (tabla 1).

Tabla 1. Composición bromatológica de los alimentos balanceados

Nutriente	Preiniciador	Lactancia
Proteína (Min)	20,5%	16%
Grasa (Min)	5%	5%
Humedad (Max)	13%	13%
Fibra (Max)	4%	10%
Ceniza (Max)	8%	9%

Fuente: Registro ICA: Preiniciador 8938, Lactancia 10891.

VARIABLES EVALUADAS

Para obtener el peso al nacimiento (PN) y al destete (PD), cada camada de lechones fue pesada al nacimiento y posteriormente a los 21 días (ED), momento en el cual se realizó el destete de los animales. Con los pesos obtenidos, se calculó la ganancia de peso diaria (GPD), utilizando la siguiente fórmula:

$$(a) \text{ GPD} = (\text{PD} - \text{PN}) / \text{ED}$$

Se registró el consumo diario de alimento de las camadas y se calculó el consumo total en la etapa (CAE), calculando la diferencia entre lo ofrecido y el rechazo. Se observó diariamente el número de lechones con casos nuevos de diarrea y, de acuerdo al número de animales, se obtuvo la incidencia en la camada (IDC) y se registró la mortalidad asociada a diarreas (MAD) en los lechones.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis estadístico de las variables PN, PD, GPD, CAE, IDC y MAD se empleó un diseño completamente al azar (DCA), conformado por cuatro tratamientos, cada uno con tres repeticiones, en donde cada camada se consideró como una unidad experimental. Se utilizó la función ARCSENO para la transformación de los porcentajes. Las diferencias entre las medias se realizaron mediante la prueba de Tukey, con un nivel de significancia de $P < 0,05$. Se empleó el paquete estadístico SAS Studio 3.2 (SAS, 2017).

RESULTADO Y DISCUSIÓN

Parámetros productivos

Los parámetros productivos obtenidos para cada tratamiento se muestran en la tabla 2. Se observa que la adición de ácido cítrico en el agua para consumo de los lechones en etapa de lactancia tiene un efecto significativo ($P < 0,05$) sobre el peso al destete (PD), la ganancia de peso diaria (GPD) y el consumo de alimento diario (CAE), cuando se suministra en concentraciones del 3%. Resultados diferentes fueron reportados por Campabadal *et al.*, 1995 y Ortiz-Rueda *et al.*, 2012, en donde no se encontraron diferencias significativas en la ganancia de peso y el consumo de alimento diario cuando utilizaron concentraciones de 1 y 2%. Varios autores reportan que la utilización de porcentajes superiores al 2% en la dieta de lechones mejora significativamente la producción de ácido láctico a nivel intestinal e incrementa la eficiencia de la utilización de la pepsina, mejorando así la digestibilidad de nutrientes y aumentando significativamente la conversión del alimento y, por lo tanto, la ganancia de peso (Jensen, 1998; Mosenthin, 2003; Campabadal *et al.*, 1995; Ortiz-Rueda *et al.*, 2012). Estos autores concluyen que el empleo de ácido cítrico en lechones mejora la eficiencia en la utilización del alimento y, por lo tanto, debe ser empleado como práctica de manejo rutinaria en las explotaciones porcinas comerciales.

Tabla 2. Efecto de diferentes niveles de adición de ácido cítrico sobre los parámetros productivos de lechones en etapa de lactancia

TRATAMIENTO	PN* (kg)	PD (kg)	GPD (kg/animal/día)	CAE (kg/animal etapa)
T0	1,47 ± 0,16 a	6,43 ± 0,25 a	0,238 ± 0,01 a	0,322 ± 0,20 a
T1	1,60 ± 0,20 a	6,83 ± 0,25 ab	0,249 ± 0,02 ab	0,338 ± 0,28 a
T2	1,47 ± 0,21 a	7,13 ± 0,25 ab	0,270 ± 0,01 ab	0,448 ± 0,19 ab
T3	1,50 ± 0,10 a	7,23 ± 0,25 b	0,273 ± 0,01 b	0,466 ± 0,25 b

* Letras diferentes en una misma columna indican diferencia estadística ($P < 0,05$) entre tratamientos. PN: Peso al nacimiento; PD: Peso al destete; GPD: ganancia de peso diaria; CAE: consumo de alimento diario.

Los resultados obtenidos difieren a los encontrados por Radecki *et al.* (1988), quienes señalan que la adición de ácido cítrico en altos niveles tiene un efecto negativo sobre el consumo de alimento y, por lo tanto, reduce la productividad. Walsh *et al.* (2007) afirman que la administración de ácidos orgánicos en el agua potable, en lugar del alimento, tiene la ventaja de que los lechones comienzan a consumirla de forma rápida si se compara con el consumo tardío del alimento. El efecto positivo del ácido cítrico en los parámetros productivos evaluados está asociado a la reducción del pH intestinal, lo cual favorece el incremento de la eficiencia de la pepsina y de la actividad de las enzimas proteolíticas, mejorando la digestibilidad de la proteína cruda y de los aminoácidos (Metzler *et al.*, 2005; Lalles *et al.*, 2007).

Incidencia de diarrea y mortalidad asociada

En la tabla 3 se presenta el efecto de los niveles de adición de ácido cítrico sobre la incidencia (IDC) y la mortalidad asociada a diarreas en las camadas evaluadas. Se observó una diferencia significativa en las camadas ($P < 0,05$) a las cuales se les suministró ácido cítrico en la reducción de IDC y MAD. No se encontró diferencias significativas en los porcentajes de ácido cítrico evaluado. La mayor parte de las diarreas se caracterizaron por presentar consistencia semilíquida, coloración amarilla y gránulos de concentrado sin digerir, lo que es caracte-

rístico de una diarrea de tipo fisiológica. Estos resultados son similares a los reportados por Jensen (1998), Campabadal *et al.* (1995), Risley *et al.* (2011) y Tsiloyiannis *et al.* (2001), quienes observaron una reducción en el porcentaje de enfermedades digestivas cuando se suministraba diferentes niveles de ácido cítrico en el agua de consumo y en la dieta de lechones.

Los resultados obtenidos pueden estar asociados al efecto que ejerce el ácido cítrico en el balance de pH intestinal, el control de microorganismos patógenos, principalmente *E. Coli*, y la reducción de la producción de poliaminas tóxicas (Tsiloyiannis *et al.*, 2001; Metzler *et al.*, 2005). En este estudio, la adición de ácido cítrico demostró un efecto positivo en la reducción de la IDC y la MAD, factor que se considera como un buen indicador del balance microbiano y salud en el tracto intestinal. Esto concuerda con Ortiz-Rueda *et al.* (2012) quienes atribuyen el efecto del ácido cítrico como un controlador del balance microbiano en el intestino.

Tabla 3. Efecto de diferentes niveles de adición de ácido cítrico sobre la incidencia de diarreas (IDC) y la mortalidad asociada a diarreas (MAD) de lechones en etapa de lactancia

TRATAMIENTO	IDC* (% + DS)	MAD (% + DS)
T0	25,0 ± 8,30 a	8,33 ± 8,34 a
T1	5,53 ± 4,79 b	2,76 ± 4,79 b

TRATAMIENTO	IDC* (% + DS)	MAD (% ± DS)
T2	2,76 ± 4,79 b	2,76 ± 4,79 b
T3	2,76 ± 4,79 b	2,76 ± 4,79 b

* Letras diferentes en una misma columna indican diferencia estadística ($P < 0,05$) entre tratamientos. IDC: Incidencia de diarreas; MAD: Mortalidad asociada a diarreas.

En un estudio realizado por Ortiz-Rueda *et al.* (2012) se encontró que el consumo de ácido cítrico mejora la proliferación de bacterias ácido lácticas en el intestino. De igual manera, Lalles *et al.* (2007) encontraron que las condiciones ácidas favorecen el crecimiento de lactobacilos en el estómago y posiblemente inhiben la colonización y proliferación de *E. coli* mediante el bloqueo de los sitios de adhesión y el aumento en la producción de ácido láctico y otros metabolitos que disminuyen el pH e inhiben *E. coli*, principal causante de patologías asociadas a desórdenes digestivos (Mosenthin, 2003).

Conclusiones

Los resultados obtenidos en este trabajo demuestran que el suministro de ácido cítrico en lechones en etapa de lactancia mejora la ganancia de peso, el peso al destete y el consumo de preiniciador. Adicionalmente, reduce la presentación de diarreas y la mortalidad asociada a problemas digestivos. Se encontró, también, que la inclusión de concentración del 3% de ácido cítrico en el agua de consumo presenta un efecto positivo en las variables evaluadas y es una alternativa económicamente viable para mejorar el desempeño productivo de lechones en lactancia en las granjas porcinas comerciales.

Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento a la empresa Agro Inversiones San Mateo SAS y a su equipo de trabajo, por su disposición en la ejecución de la investigación cuyos resultados se presentan en este artículo. Al Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e

Innovación (SENNOVA) del SENA, por la financiación del proyecto “Evaluación de rendimientos productivos en cerdos de levante y ceba e impacto en la adecuación de la porquinaza para usos agrícolas utilizando microorganismos eficientes”, con código SGPS-580-2016. Y a la instructora del SENA Centro Pecuario y Agroempresarial, Gloria Penagos, por el apoyo lingüístico.

Referencias bibliográficas

- Alonso-Spilsbury, M.; Ramírez-Necoechea, R.; González-Lozano, M.; Mota-Rojas, D.; y Trujillo-Ortega, M. (2007). “Piglet survival in early lactation: a review”. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 6: 78-86.
- Campabadal, C.; Vargas, E.; y Fonseca, M. (1995). “Evaluación de los ácidos orgánicos en la alimentación de lechones. Uso de ácido cítrico”. *Agronoma Costarricense*, 19(1): 47-51.
- Jensen, B. (1998). “The impact of feed additives on the microbial ecology of the gut in young pigs”. *J. Anim. Feed Sci*, 7: 45.
- Lalles, J.; Bosi, P.; Smidt, H.; y Stokes, D. (2007). “Nutritional management of gut health in pigs around weaning”. *Proceedings of the Nutrition Society*, 66: 260-268.
- Metzler, B.; Bauer, E.; y Mosenthin, R. (2005). “Microflora Management in the Gastrointestinal Tract of Piglet”. *Asian-Aust. J. Anim. Sci*, 18(9): 1353-1362.
- Mosenthin, R. (2003). “Strategies for optimizing gut health in piglets”. *Proceedings of the 12th conference on nutrition of domestic animals* (págs. 150-157). Zdravec-Erjavec Days.
- NRC. (2012). *Nutrient requirements of swine*. Washington D.C.: 11th Ed. Nat. Acad. Press.
- Ortiz-Rueda, D.; Ruiz-Salazar, J.; y Pereira-Tupaz, R. (2012). “Efecto del ácido cítrico sobre los parámetros productivos, metabólicos y coliformes totales

en lechones durante las cuatro primeras semanas postdestete". *Revista Investigación Pecuaria*, 1(2): 32-40.

PIC (2015). *Manual de manejo de hembras y primerizas*. Barcelona, España: PIC.

Radecki, S.; Juhl, M.; y Miller, E. (1988). "Fumaric and citric acids as feed additives in starter pig diets: Effect on performance and nutrient balance". *Journal Animal Science*, 66: 2598-2605.

Risley, C.; Kornegay, E.; Lindemann, M.; Wood, C.; y Eigel, W. (2011). "Effect of feeding organic acids on selected intestinal content measurements at varying times postweaning in pigs". *Journal Animal Science*, 70: 196-206.

SAS (2017). *SAS® Lineage 3.2: User's Guide*. Cary, NC: SAS Institute Inc.

Tsiloyiannis, V.; Kyriakis, S.; Vlemmas, J.; y Sarris, K. (2001). "The effect of organic acids on the control of porcine post-weaning diarrhea". T. V. K., S. C. Kyriakis, y J. V. Sarris (Edits.), *Veterinary Science*, 70, 287-293.

Walsh, M. C.; Sholly, D. M.; Hinson, R. B.; Saddoris, K. L.; Sutton, A. L.; Radcliffe, J. S.; Odgaard, R.; Murphy, J.; y Richert, T. (2007). "Effects of water and diet acidification with and without antibiotics on weaning pig growth and microbial shedding". *Journal Animal Science*, 85: 1799-1808.

Weber, R.; Keil, N.; Fehr, M.; y Horat, R. (2009). "Factors affecting piglet mortality in loose farrowing systems on commercial farms". *Livestock Science*, 124: 216-222.