

Efectos de un β -adrenérgico comercial y varios niveles de lisina sobre la ganancia de peso de cerdos en finalización

José Julián Echeverry Zuluaga¹, Andrés Gómez Zapata², Jaime Eduardo Parra Suescún³

Effects of a commercial β -adrenergic and some lysine levels on the weight gaining in finishing pigs

Efeitos de um β -adrenérgico comercial e vários níveis de lisina sobre o ganho de importância de porcos em finalização

Resumen

Introducción. La industria porcícola ha venido evolucionando en la obtención de líneas genéticas precoces con mejores índices de conversión de alimento, y con canales mucho más magras. Adicionalmente a la mejora genética, se han desarrollado aditivos no nutricionales, los cuales son capaces de mejorar los rendimientos productivos. Dentro de este grupo de aditivos se encuentra el compuesto Ractopamina (RAC). **Materiales y métodos.** Se utilizaron un total de 42 cerdos ($83,4 \pm 0,22$ kg de peso) durante 28 días, en los cuales se evaluó el efecto de dos niveles de Ractopamina (RAC) en la dieta (0 y 10 ppm) y tres niveles (Lysd) de lisina (0,65; 0,80 y 0,95%) sobre el consumo de alimento diario (CDA), la ganancia diaria de peso (GDP), diferencia en grasa dorsal (P_2) (DGD), profundidad de la chuleta, área del ojo de la chuleta (AOCH), tejido magro libre de grasa (MLG) y ganancia diaria de tejido magro libre de grasa (GDTMLG). **Resultados.** Para las variables GDP, DGD, AOCH, MLG y GDTMLG, se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, obteniéndose mayores rendimientos en los animales que recibieron el tratamiento con el máximo nivel Lysd y RAC en la dieta. **Conclusión.** La inclusión de RAC (10 ppm) en la dieta, mejoró significativamente la GDTMLG lo cual podría verse reflejado positivamente en las cantidades de cortes magros.

Palabras clave: β -adrenérgico. Ractopamina. Lisina. Ganancia de tejido magro. Cerdos finalización.

Abstract

Introduction. Pig industry has been evolving in the obtaining of early genetic lines, with better food conversion indexes and leaner meat. Additional to the genetic improvement, non-nutritional additives have been developed, with the capacity of increase the production performances. Within this group of additives we have the Ractopamine compound. **Materials and methods.** A total number of 42 pigs ($83,4 \pm 0,22$ kg) were used during 28 days, in which the effect of two levels of Ractopamine were evaluated in the diet (0 and 10 ppm) and three levels (lysd) of lysine (0,65; 0,80 and 0,95) over the daily food consumption (DFC), the daily increase of weight (DIW), the difference of dorsal fat (P_2) (DDF), depth of the chop, area of the chop eye (ACHE), lean fat free tissue (LFFT), and daily increase of lean fat-free tissue (DILFFT). **Results.** For DIW, DDF, ACHE, LFFT and DILFFT variable, we found high statistic difference among treatments, obtaining higher rates in the animals treated with with the maximum Lysd level and Ractopamine in their diets. **Conclusion.** Adding 10 ppm of Ractopamine in the diet, significantly increased the DILFFT. This fact can be a positive aspect seen in the quantity of lean pork meat cuts.

Key words: β -adrenergic. Ractopamine. Lean tissue increase. Pigs. Finishing.

¹ Zootecnista, MSc Biotecnología Animal. Asistente Técnico Cooperativa COLANTA Ltda. Profesor Facultad de Ciencias Agropecuarias y Administrativas de la Corporación Universitaria Lasallista/² Zootecnista/³ Zootecnista, MSc Nutrición Animal. Profesor Auxiliar del Departamento de Producción Animal de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.

Correspondencia: Jaime E. Parra S. e-mail: jeparrasu@unalmed.edu.co

Fecha de recibo: 08/09/2007; fecha de aprobación: 05/02/2008

Resumo

Introdução. A indústria porcícola veio evoluindo na obtenção de linhas genéticas precoces com melhores índices de conversão de alimento, e com canais bem mais magros. Adicionalmente à melhora genética, desenvolveram-se aditivos não nutricionais, os quais são capazes de melhorar os rendimentos produtivos. Dentro deste grupo de aditivos se encontra o composto Ractopamina (RAC). **Materiais e métodos.** Utilizaram-se um total de 42 porcos ($83,4 \pm 0,22$ kg de importância) durante 28 dias, nos quais se avaliou o efeito de dois níveis de Ractopamina (RAC) na dieta (0 e 10 ppm) e três níveis (Lysd) de lisina (0,65; 0,80 e 0,95%) sobre o consumo de alimento diário (CDA), o ganho diário de importância (GDP),

diferença em gordura dorsal (P_2) (DGD), profundidade da chuleta, área do olho da chuleta (AOCH), tecido magro livre de gordura (MLG) e ganho diário de tecido magro livre de gordura (GDTMLG). **Resultados.** Para as variáveis GDP, DGD, AOCH, MLG e GDTMLG, encontraram-se diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos, obtendo-se maiores rendimentos nos animais que receberam o tratamento com o máximo nível Lysd e RAC na dieta. **Conclusão.** A inclusão de RAC (10 ppm) na dieta, melhorou significativamente a GDTMLG o qual poderia ver-se refletido positivamente nas quantidades de cortes magros.

Palavras chaves: β -adrenérgico. Ractopamina. Lisina. Ganho de tecido magro. Porcos finalização.

Introducción

La producción de cerdos no sólo ha avanzado en la obtención de líneas genéticas precoces con mejores índices de conversión de alimento, sino también hacia la obtención de cerdos con canales mucho más magros. Este avance ha sido motivado primordialmente por la necesidad de incrementar los requerimientos obtenidos en el desposte de las canales, de manera que éstos proporcionen una mayor cantidad de carne, con la consecuente mejora en la rentabilidad y demanda de este tipo de carnes basadas en exigencias relacionadas con la salud de los consumidores.

Adicionalmente a la mejora genética, se han desarrollado aditivos no nutricionales, los cuales son capaces de mejorar los rendimientos productivos; dentro de este grupo de compuestos se encuentra la Ractopamina (RAC). Este aditivo permite incrementar ciertos indicadores productivos y la modificación del tejido magro en el cerdo, con una marcada disminución en la concentración de grasa subcutánea e intramuscular. Este producto es un agonista β -adrenérgico de la familia de las fenoleto-laminas, particularmente selectiva por los receptores β -adrenérgicos de las células adiposas y del músculo esquelético. Este producto promueve la lipólisis y el incremento del tejido magro en la canal¹⁻³.

El principal efecto de la administración de este producto es el de la orientación de los nutrientes hacia la síntesis de proteína muscular. La glucosa y los aminoácidos que llegan al tejido

muscular, favorecen la hipertrofia del tejido (aumento en el tamaño de la fibra muscular). La sensibilidad de los receptores agonistas β -adrenérgicos se pierde aproximadamente a los 42 días de utilización, por lo que su uso se recomienda estrictamente para los últimos 35 días del periodo de finalización⁴.

La utilización de este producto exige modificar la densidad de nutrientes, particularmente aminoácidos, para soportar el aumento en la síntesis de proteína. Por otro lado, al hablar de los requerimientos de aminoácidos en la alimentación de los cerdos, hay que tomar en cuenta que éstos se basan en suplir en primera instancia los requerimientos de lisina, el cual se considera como el principal aminoácido limitante en la alimentación de esta especie^{5,6}. En términos prácticos, se recomienda aumentar el aporte de lisina y de proteína (en 0, unidades porcentuales y a un mínimo del 16%), manteniendo constantes (con relación a las dietas normales de finalización) el resto de los nutrientes. Sin embargo, la demanda de lisina (y de otros aminoácidos) es una función directa de la síntesis de proteína (muscular, en este caso), y por tanto, la precisión de la formulación puede incrementarse sensiblemente conociendo la tasa de crecimiento magro.

El objetivo de este trabajo fue titular el requerimiento de lisina en una población de cerdos cuya capacidad de crecimiento magro se conoce y que es similar a la de los cerdos finalizados en el ámbito comercial (200 a 300 g de tejido magro libre de grasa durante la etapa de finalización).

Materiales y Métodos

El trabajo tuvo una duración de 28 días. Se utilizaron un total de 42 cerdos machos castrados de aproximadamente $83,4 \pm 0,22$ kg, producto de cruzamientos alternos Duroc × Landrace, alojados en corrales individuales ($1,25 \text{ m}^2$). Los animales se aleatorizaron bajo el esquema de un diseño de bloques completos al azar en un arreglo factorial 3×2 (tres niveles de lisina por dos niveles de RAC)⁷, con un total de 7 bloques, donde cada uno de los animales fue aleatorizado a uno de seis tratamientos. Cada tratamiento tuvo un total de 7 repeticiones.

Los tratamientos estuvieron constituidos de la siguiente manera: 1) **(T1)** 0,65% de lisina digestible (ileal verdadera, Lysd) sin RAC; 2) **(T2)** 0,80% de Lysd sin RAC; 3) **(T3)** 0,95% de Lysd sin RAC; 4) **(T4)** 0,65% de Lysd con 10 ppm de RAC; 5) **(T5)** 0,80% de Lysd con 10 ppm de RAC y 6) **(T6)** 0,95% de Lysd con 10 ppm de RAC. Las dietas fueron formuladas con base en sorgo y torta de soya, y las vitaminas y minerales cubrieron o excedieron las recomendaciones del NRC⁸. La densidad energética de todas las dietas fue de 3,30 Mcal de EM/kg y la relación lisina (total) a proteína cruda se mantuvo según Castañeda y Cuarón⁹. El alimento se ofreció a saciedad dos veces al día (0700 y 1700), y el consumo se midió diariamente (CDA).

Para calcular la ganancia diaria de peso (GDP), los cerdos se pesaron individualmente al inicio del experimento y luego en intervalos de 7 días. La eficiencia alimenticia (EA) se expresó como la ganancia de peso en función del consumo. Las estimaciones de tejido magro libre de grasa (MLG) y ganancia diaria de tejido magro libre de grasa (GDTMLG), se realizaron a partir de mediciones de ultrasonido en tiempo real, a 6,5 cm de la línea media y en el punto 2 (P_2). Para la obtención de las mediciones de grasa dorsal (GD), profundidad del músculo gran dorsal (PM) a la altura de la décima y última costillas, y el área de ojo de chuleta (AOCH) sobre la décima costilla, se utilizaron las ecuaciones encontradas por Cisneros *et al.*¹⁰. El análisis de datos se facilitó con el paquete estadístico SAS¹¹, usando los Modelos Lineales Generales (GLM) para estimar los efectos mayores (nivel de Lysd o de RAC), su interacción y las tendencias de comportamiento de las líneas de respuesta.

Resultados

Las respuestas productivas de los cerdos en esta investigación mostraron significancia estadística menor de 0,001, entre los niveles de lisina y los niveles de RAC utilizados, como se aprecia en la tabla 1. Por simplicidad, se discutirán los efectos mayores de RAC y Lysd. El CDA fue similar ($p > 0,05$) entre los tratamientos, sin embargo, se puede observar una disminución numérica en el consumo de alimento a medida que se incrementa el nivel de Lysd. La adición de 10 ppm de RAC a la dieta, resultó significativa ($p < 0,001$) en una GDP 13% mayor (0,82 vs 0,72 kg) que en los tratamientos testigo.

La GDP en términos de la respuesta al nivel de lisina, fue estadísticamente mayor ($p < 0,001$) para el tratamiento con RAC que recibió el máximo nivel de lisina en la dieta (0,95%), superando éste a los niveles 0,65 y 0,80% en 0,04 y 0,09 kg/día, respectivamente.

La respuesta a Lysd de los cerdos en el grupo Control (T1) fue negativa, mientras que los cerdos tratados con RAC respondieron positivamente ($p < 0,001$), encontrando el punto de inflexión de la curva en 0,95% de Lysd. Las estimaciones de CDA y GDP indican, que la mejor EA fue la de aquellos tratamientos a los cuales se les suministró RAC, y al considerar el nivel de Lysd, los que recibieron el mayor aporte de este aminoácido. La eficiencia alimenticia fue 21% ($p < 0,001$) mayor para animales tratados con RAC (0,28 vs 0,23 kg).

La DGD al día 28, fue un 28% significativamente menor ($p < 0,01$) con el uso de RAC (0,41 vs 0,32 cm). Ahora bien, el efecto de la RAC en la profundidad del lomo no fue significativo ($p > 0,05$), pero en el AOCH, RAC aumentó significativamente ($p < 0,001$) la superficie del músculo en un 10% (37,7 vs 34,1 cm^2). Esto último es relevante, ya que si el sistema de clasificación de las canales incluye mediciones de la profundidad del músculo gran dorsal, se podría estar subestimando el efecto de RAC.

Los efectos en el peso corporal, las masas musculares y el cambio en la grasa dorsal sugieren una mayor deposición de proteína en respuesta a RAC, lo que se corroboró ($p < 0,01$) con el efecto en el tejido MLG (39,9 vs 37,8 kg). La GDTMLG,

Tabla 1. Efecto del nivel de inclusión de RAC y Lysd sobre las características productivas del cerdo.

	Grupo control			Grupo RAC 5ppm			EEM	Probabilidad
	0 ,65	0 ,80	0 ,95	0 ,65	0 ,80	0 ,95		
Peso inicial, kg	83 ,4	83,4	83,7	83,6	83,2	83,1	1,473	NS
CDA, kg	3,25	3,12	3,04	3,01	2,90	2,78	0,148	NS
GDP, kg	0,75	0,72	0,71	0,78	0,83	0,87	0,046	**
Eficiencia (G/C), kg	0,23	0,23	0,23	0,26	0,28	0,24	0,018	**
Diferencia en grasa dorsal (P ₂), cm (DGD)	0,45	0,41	0,38	0,36	0,28	0,24	0,064	*
Profundidad de la chuleta, cm	4,56	4,54	4,52	4,55	4,47	4,50	0,110	NS
Área de la chuleta (AOCH), cm ²	32,7	33,4	36,4	37,2	37,9	38,2	1,510	**
Magro libre de grasa, (MLG), kg	37,6	38,1	37,9	39,3	39,9	40,7	1,001	**
GDTMLG, kg	0,24	0,27	0,26	0,29	0,31	0,34	0,020	**

NS: No significativo, *: p<0,01, **: p<0,001

respondió sólo a la adición de RAC (p<0,001), y la mejora promedio inducida por el β -adrenérgico fue del 22 % (0,313 vs 0,256 kg). En cada nivel de Lysd se obtuvo respuesta a RAC.

Discusión

En este estudio de evaluación de diferentes efectos del uso de RAC sobre la GDP en cerdos, comparados con aquellos a los que no se les suministró RAC, se encontraron resultados similares a los reportados en investigaciones similares realizadas por diversos autores¹²⁻¹⁵. En muchos trabajos se han reportado mejoras en la GDP durante la fase de finalización¹⁶. Lo anterior es coincidente con los resultados encontrados por Dunshea *et al.*,¹⁷ quienes obtuvieron mejores resultados sobre la GDP al utilizar niveles superiores de lisina. Al igual que en este estudio, muchos autores no han encontrado cambios en el consumo¹⁸⁻¹⁹. Generalmente, en estudios donde se han obtenido mejoras en la GDP durante el tratamiento con RAC, el consumo se ha disminuido, por tanto, la eficiencia (GDP/CDA) ha sido mejorada en la mayoría de los casos. En la literatura se señala, que a una mayor concentración de Lysd en la dieta se limita el consumo, lo cual se explica por un tope de

retención de lisina, el cual va a limitar el consumo de la misma y la capacidad de retención en el animal²⁰.

La variabilidad en las respuestas de crecimiento encontradas en este estudio, pueden deberse a las interacciones entre los niveles de RAC, genotipo y régimen nutricional¹⁷. Del mismo modo, la deposición de proteína (AOCH, MLG) en cerdos en finalización se incrementó con la adición de RAC, debido a que el manejo nutricional (la adición de lisina), influencia la magnitud de la respuesta²¹. Con el máximo nivel de Lysd se puede alcanzar el tope de retención de nitrógeno en los tejidos, ya que existe un incremento del gasto calórico durante la absorción de los aminoácidos y la síntesis proteica del músculo esquelético. Sin embargo, esta es compensada al existir una óptima relación lisina:energía, la cual impide la reducción del crecimiento de los tejidos¹⁷. En estudios preliminares, la utilización de β -adrenérgicos presenta un efecto positivo sobre la actividad lipolítica²², y además, disminuye la lipogénesis. Los resultados obtenidos en el presente trabajo, muestran que la utilización de β -adrenérgicos como la RAC, disminuye la tasa de deposición de grasa (DGD), debido al incremento de la lipólisis y a la disminución de la lipogénesis²³.

Conclusiones

El uso de Ractopamina (10 ppm) pudo incrementar la ganancia de tejido magro en un 22%, lo cual podría verse reflejado positivamente en las cantidades de cortes magros. Además, el uso de RAC (10 ppm) aumenta en forma directa la capacidad de síntesis de tejido magro (0,34 kg) y por tanto, los niveles de Lysd requeridos. Por tanto, la demanda de Lysd es una función directa de la capacidad de síntesis de tejido magro.

Es probable que los efectos negativos de los excesos de aminoácidos sean menos severos en cerdos tratados con RAC, ya que el músculo al disponer de un mayor flujo de aminoácidos requiere un aumento de energía disponible para soportar el proceso. Es importante juzgar y validar el método de medición del rendimiento magro, ya que algunos indicadores convencionales (e.g., profundidad del lomo) subestimarían los efectos de RAC. Además, se hace necesaria la reevaluación de los niveles de algunos aminoácidos limitantes actualmente empleados en la alimentación de este tipo de cerdos especializados.

Referencias

1. SMITH, D.J. y PAULSON, G.D. Growth characteristics of rats receiving ractopamine hydrochloride and the metabolic disposition of ractopamine hydrochloride after oral or intraperitoneal administration. En: *Journal of Animal Science*. Vol. 72 (1994); p. 404 – 414.
2. SPURLOCK, M.E. et al. The effect of ractopamine on β -adrenoreceptor density and affinity in porcine adipose and skeletal muscle tissue. En: *Journal of Animal Science*. Vol. 72 (1994); p. 75-80.
3. CROME, P.K. et al. Effect of ractopamine on growth performance, carcass composition and cutting yields of pigs slaughtered at 107 and 125 kilograms. En: *Journal of Animal Science*. Vol. 74 (1996); p. 709-716.
4. CUARÓN, I.J.A. 2001. En: *Memorias del X Congreso de la Asociación mexicana de especialistas en nutrición animal (AMENA, AC)*. Puerto Vallarta, Jal. [en prensa] 2001.
5. BATTERHAM, E.S. et al. Utilization of ileal digestible amino acids by growing pigs: Effects of dietary lysine concentration on efficiency of lysine retention. En: *British Journal of Nutrition*. Vol. 64 (1990); p. 81-94.
6. BIKKER, P.; VERSTEGEN, M.W.A. and BOSCH, M.W. Amino acid composition of growing pigs in affected by protein and energy intake. In: *Journal of Nutrition*. Vol. 124 (1994); p. 1961-1969.
7. STEEL, R.G. and TORRIE, J.H. *Principles and Procedures of Statistics*. 2 Ed. New York: McGraw-Hill; 1980. 633 p.
8. NRC. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrients requirement of swine*, 10 Revised Ed. Washington : National Academy Press, 1998. 189 p.
9. CASTAÑEDA, S.E.O. and CUARÓN, I.J.A. Lysine to protein ratios. in growing-finishing pigs. In: *Journal of Animal Science*. Vol. 79 (Suppl. 1) (2001); p. 321-328.
10. CISNEROS, F. Comparison of transverse and longitudinal real-time ultrasound scans for prediction of lean cut yields and fat-free lean content in live pigs. In: *Journal of Animal Science*. Vol: 74 (1996); p. 2566-2576
11. SAS INSTITUTE INC. *SAS/STAT User's Guide*, Version 6. 4th Ed. Cary, NC: SAS Institute Inc, 1989. 180 p.
12. SCHINCKEL, A.P. Ractopamine treatment biases in the prediction of pork carcass composition. In: *Journal of Animal Science*. Vol. 81 (2003); p. 16 – 28.
13. APPLE, J.K. Effects of dietary lysine and energy density on performance and carcass characteristics of finishing pigs fed ractopamine. In: *Journal of Animal Science*. Vol. 82 (2004); p. 3277-3287.
14. ARMSTRONG, T.A. The effect of dietary ractopamine concentration and duration of feeding on growth performance, carcass characteristics, and meat quality of finishing pigs. In: *Journal of Animal Science*. Vol. 82 (2004); p. 3245-3253.
15. CARR, S.N. Effects of different cereal grains and ractopamine hydrochloride on performance, carcass characteristics, and fat quality in late-finishing pigs. In: *Journal of Animal Science*. Vol. 83 (2005); p. 223-230.
16. WATKINS, L.E. The effects of various levels of ractopamine hydrochloride on the performance and carcass characteristics of finishing pigs. In: *Journal of Animal Science*. Vol. 68 (1990); p. 3588-3595.
17. DUNSHEA, F.R. Interrelationships between sex and ractopamine on protein and lipid deposition in rapidly growing pigs. In: *Journal of Animal Science*. Vol. 71 (1993); p. 2919-2930.
18. ALDEOLA, O. Manipulation of porcine carcass composition by ractopamine. In: *Journal of Animal Science*. Vol. 68 (1990); p. 3633-3641.

19. YEN, J.T. Effect of ractopamine on growth, carcass traits, and fasting heat production of U.S. contemporary crossbred and Chinese Meishan pure- and crossbred pigs. In: Journal of Animal Science. Vol. 69 (1991); p. 4810-4822.
20. SUSENBETH, A. The effect of energy intake, genotype, and body weight on protein retention in pigs when dietary lysine is the first-limiting factor. In: Journal of Animal Science. Vol. 77 (1999); p. 2985–2989.
21. CAMPBELL, R.G. Effects of gender and genotype on the response of growing pigs to exogenous administration of porcine growth hormone. In: Journal of Animal Science. Vol. 9 (1990); p. 2674-2681.
22. VEENHUIZEN, E.L. Lypolitic, growth, feed efficiency, and carcass response to phenethanolamines in swine. In: Journal of Animal Science. Vol. 65 (1987); p. 130-138.
23. PETERS, A.R. β -agonist and pig production. In: Pigs News Information. Vol.11 (1990); p. 519-526.