

ACTUALIDADES SOBRE EL USO DE RACTOPAMINA EN MÉXICO

José Antonio Cuarón Ibarquengoytia

Centro Nacional de Investigación en Fisiología y Mejoramiento Animal, INIFAP

cuaronj@fisio.inifap.conacyt.mx

En un escenario de globalización, la mayor problemática de los poricultores del País es que han perdido competitividad porque los costos de sus insumos son relativamente altos. Entonces, mantenerse en la actividad y su crecimiento dependen de la eficiencia de producción y de los factores que favorezcan el consumo de sus productos. Esto da pauta al uso de los recursos tecnológicos.

La porcicultura ha tenido enorme desarrollo en la tecnología básica de producción, particularmente en la crianza de lechones, pero se han relegado las etapas finales de la engorda. Si se analizan las curvas de crecimiento de los cerdos, aún en las mejores condiciones e independientemente del mérito genético de los animales, la ganancia diaria de peso no aumenta después de los 100 a 120 días de vida (50 a 60 kg de peso corporal), mientras que el consumo diario de alimento continúa incrementándose. Entonces, la engorda y finalización de los cerdos tiene que ser atendida con mucho más conocimiento, precisión y efectividad, porque en esta etapa es en donde se tienen las mayores oportunidades:

1. Más del 50% del consumo de alimento de un cerdo sucede después de los 100 días de vida.
2. Aún con las mejores genéticas y en condiciones superiores, después de los 100 días de vida la deposición de músculo es menor al 40% de la ganancia diaria de peso y esta proporción se pierde linealmente.
3. En la vida de un cerdo, después de los 100 días es que se puede modificar con efectividad la calidad del producto.
4. Por la selección de genotipos magros (con todas sus implicaciones), la infiltración de grasa en el músculo se ha convertido en un criterio fundamental en la calidad de la carne de cerdo.
5. La demanda de las crecientes poblaciones urbanas es por productos procesados y la rentabilidad de cada uno de los eslabones de la cadena de proceso puede aumentarse con el sacrificio de cerdos más pesados.

En contexto, el problema central para proteger la rentabilidad y la calidad de los productos, radica en cómo mejorar la eficiencia alimenticia en las etapas tardías de la engorda, en cómo aumentar la proporción de músculo en las canales y en cómo proteger o mejorar la calidad de la carne. Esto no es sencillo, porque se tendrá que modificar el metabolismo y del arsenal de aditivos en los alimentos para cerdos, solo se tiene una alternativa lícita y éticamente aprovechable: el Clorhidrato de Ractopamina (RAC, Paylean™).

Los efectos que se buscan con compuestos como RAC son provocar una redistribución de los nutrientes para el sustento de la síntesis de proteína muscular. Esto sucede después de que el fármaco se une a un receptor β -adrenérgico al nivel de la membrana celular que, en el citoplasma, da la señal al sistema para la activación enzimática, con lo que se consume ATP para la síntesis del AMPc, activando proteína-cinasas por fosforilación de la molécula. Las enzimas activadas promueven la liberación de glucosa para su oferta a los tejidos periféricos, mismo que favorece el transporte de aminoácidos al músculo. Hay, por lo tanto, acciones secundarias de regulación por IGF-I, IGF-II, insulina y quizá leptina. En consecuencia, se induce al gasto energético: al nivel del tejido adiposo se bloquea la absorción de glucosa y se induce una ligera lipólisis, permitiendo el uso de glucosa para el metabolismo y síntesis de proteína en el músculo esquelético. El flujo de glucosa y de aminoácidos a los miocitos provoca un aumento en la tasa de síntesis de proteína y finalmente una hipertrofia de los miofibrilos, sobre todo en algunas masas de tejido muscular estriado, lo que resuelve en un crecimiento del músculo, muy parecido al que se induce por el ejercicio en individuos adultos: el número de fibras musculares se mantiene, pero el tamaño o diámetro de las fibras se incrementa; además (importante en calidad de la carne), no se altera la proporción entre las fibras blancas y rojas.

Ractopamina es un aditivo cuya mayor efectividad se logra aplicándose durante los últimos 14 a 35 días en la engorda de los cerdos por las siguientes razones:

1. Es cuando la tasa de síntesis de proteína muscular declina, la deposición de grasa aumenta y se pierde eficiencia alimenticia.
2. Es el período en el que cualquier otro aditivo resulta poco rentable.
3. Se puede aumentar el peso al sacrificio, sin perder en el rendimiento magro.

4. En períodos mayores a 35 días la efectividad del producto se va perdiendo.

A prácticamente dos años del inicio del uso comercial de Ractopamina en México, la tecnología se ha adoptado rápidamente: más del 50% de los cerdos finalizados industrialmente consumen el aditivo y su uso ha marcado los productos, tanto que en ciertos mercados se ha vuelto imprescindible porque, en términos generales, los efectos que se esperan del uso de Ractopamina son:

1. Aumentos en la ganancia diaria de peso del 7 al 15%.
2. Reducción del consumo voluntario de alimento del 2 al 5%.
3. Mejoras en la eficiencia alimenticia, de hasta del 20%.
4. Incrementos en el crecimiento magro, virtualmente del 50%, durante el período de uso del aditivo.
5. Una mayor demanda de aminoácidos para asegurar las respuestas (4 a 7 g adicionales de lisina digestible-día⁻¹, dependiendo del crecimiento y capacidad de consumo).
6. Mejor rendimiento de la canal, en alrededor de 1.5 unidades porcentuales.
7. Reducción de la grasa corporal. La magnitud del cambio es una función dependiente del sitio o forma de medición: poco perceptible en línea media, probable en P₂ y apreciable por disección o internamente.
8. Incrementos en el rendimiento de los (4) cortes magros: en 0.5 al 7%, dependiendo del corte y del método de medición: del rendimiento grueso, a los cortes deshuesados y desengrasados.
9. Aumentos en el rendimiento magro (por disección) hasta del 12%, sin que se altere la calidad de la carne (color, firmeza, marmoleo, sabor, capacidad de retención de agua) y posiblemente contribuya a mejorarla.

La magnitud de la respuesta a Ractopamina es proporcional a la expresión del potencial productivo de los animales y porque la producción de tejido magro aumenta particularmente las demandas de lisina, es que se recomendó incrementar (sobre el porcentaje en uso en los finalizadores convencionales) el nivel de lisina en 0.3 unidades porcentuales. Esto es, que si el nivel de lisina (total) en la dieta era de 0.67%, se debía llevar hasta un 0.97% al usar Ractopamina en la dieta. Esta aproximación es apropiada, siempre que el primer requerimiento de lisina haya sido correctamente establecido para la población. En condiciones de productividad similares a las que se observan comercialmente (una ganancia de magro de 280 a 320 g/día en el período), se estimó (Fernández *et al.*, 2002) que el requerimiento de lisina digestible de cerdos tratados con 5 ppm de Ractopamina es del 0.82% de la dieta (aproximadamente, entre el 0.95 y el 0.97% de lisina total), siendo que la ganancia diaria de magro se incrementó para ser de 340 a 420 g. Luego Schinckel *et al.* (2003), con una población creciendo a una tasa 25% mayor y usando 10 ppm de Ractopamina en la dieta, estimaron el requerimiento de lisina total en 1.02% de la dieta, similar a un 0.86% de lisina digestible, en el supuesto de una digestibilidad del 0.85%.

Si los niveles de lisina no se corrigen, por ejemplo cuando se adiciona Ractopamina a una dieta convencional para finalización (0.65% de Lys digestible), la respuesta al aditivo será incierta: las más de las veces habrá una reducción en la ganancia diaria de peso, la que podrá cursar con una mejora en la eficiencia alimenticia, dependiendo de la severidad de cambio en el consumo voluntario de alimento (Cuadro 1). También en función del consumo, se tendrá una reducción más notable en el espesor de la grasa dorsal (que con RAC en dietas adecuadas en lisina) y la ganancia diaria de tejido magro libre de grasa se podrá mejorar, pero nunca en la proporción alcanzada con dietas apropiadas en el aporte de aminoácidos. Estos resultados bien ilustran algunas de las causas que en el campo han dado respuestas fallidas al uso de Ractopamina.

La correcta formulación de las raciones para usar Ractopamina, incluyendo el costo del producto, puede encarecer los alimentos entre un 9 y un 12%. Por error, ignorancia o por excesos de confianza, los niveles de lisina en las dietas pueden ser insuficientes, particularmente cuando se calcula el aporte digestible. Salvo casos extremos, siempre se tendrá respuesta positiva al aditivo, porque la alteración farmacológica del metabolismo protegerá el uso del aminoácido para las funciones del crecimiento, pero es obvio (Cuadro 1) que la respuesta será proporcional al aporte y, por lo tanto, en productividad o rentabilidad, la calidad de la dieta es determinante. Sin embargo, hay otras inferencias consecuencia de estos resultados. Por ejemplo, el consumo voluntario de alimento se redujo en las hembras cuando el aporte de aminoácidos fue insuficiente. Entonces, cuando las dietas sean inapropiadas, las consecuencias serán más severas en las condiciones que limitan la ingesta, como sucede con cualquier fuente de estrés y, porque normalmente las hembras comen menos y son más dependientes del balance de aminoácidos, son de esperarse con mayor frecuencia peores resultados que con machos castrados, pero es necesario subrayar que la estimación de las fallas será dependiente del criterio de evaluación o del énfasis que se ponga en este.

Cuadro 1.

Respuesta a la adición de Ractopamina a la dieta, cuando la formulación se ajustó o no a sus efectos

Once repeticiones por tratamiento, en un período de 28 días.	Tratamientos						EEM
	Control, 0.65% de Lys digestible		Control, 0.65% Lys digest. + RAC 5 ppm		RAC 5 ppm, 0.82% de Lys digestible.		
	H	M	H	M	H	M	
Peso inicial, kg	76.25	78.75	75.85	78.50	76.06	77.70	1.9850
Consumo de alimento, kg/d	2.81	3.08	2.49	2.84	2.73	3.10	0.2527
Ganancia de peso, kg/d	0.81	0.86	0.63	0.84	0.89	1.10	0.0957
Consumo/Ganancia, kg	3.47	3.58	3.95	3.38	3.07	2.82	0.2209
Grasa dorsal (línea media), cm	2.12	2.35	2.03	2.26	2.06	2.27	0.2419
Área del ojo de la chuleta, cm ²	32.10	33.06	29.63	32.67	33.22	36.40	1.7270
Ganancia de magro, kg/d	0.28	0.29	0.29	0.31	0.34	0.39	0.0350
Cortes primarios, kg	43.84	44.11	43.25	44.71	45.73	48.50	1.3288

Cuando se usa Ractopamina, tanto deficiencias, como los excesos de lisina provocan cambios más abruptos en la productividad de los cerdos que aquellos en animales que no se hayan tratado con el aditivo. Esto quizá se deba a que los aminoácidos son capturados selectivamente por el músculo, y los excedentes (aquellos que no se pudieron aprovechar para la síntesis de proteína muscular), tendrán que ser removidos para la síntesis de urea en el hígado, lo que a su vez implica una pérdida de Energía Neta que, con el fármaco, puede ser más grave por el mayor gasto energético asociado al incremento en la síntesis de proteína muscular, por el menor consumo de alimento y por el mayor incremento calórico (dados los niveles de proteína) consecuencia del nivel de proteína por el ajuste en la composición de los alimentos por los efectos del compuesto β -adrenérgico.

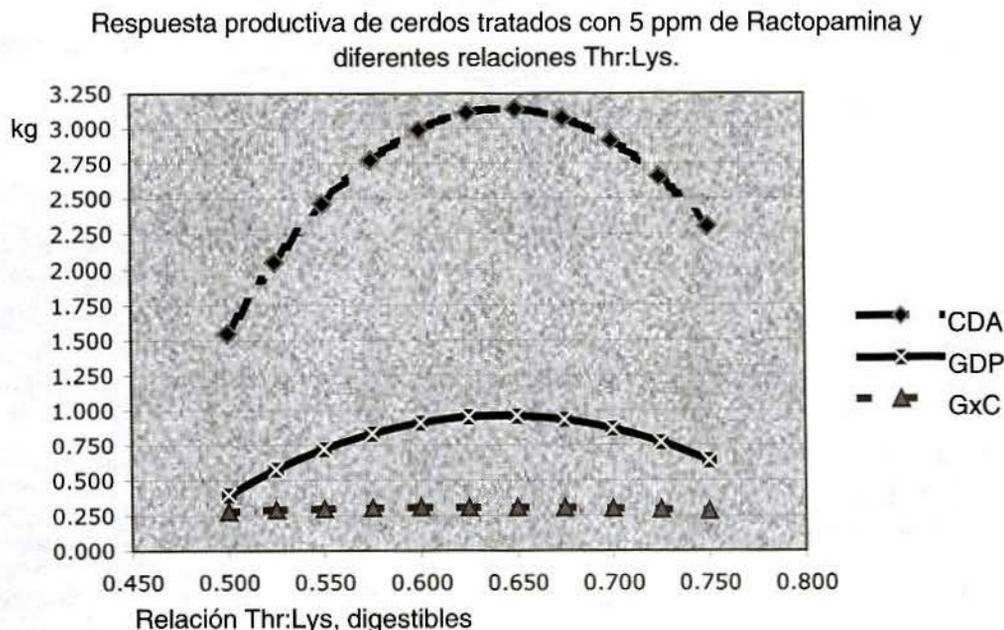
Entonces, el nivel exacto nivel de lisina en la dieta es crítico para asegurar la mejor repuesta respuesta a Ractopamina y es correcto calcularlo en su proporción en la dieta (como porcentaje) porque el consumo, o el abasto de energía actúan como una factor permisivo en el aprovechamiento del aminoácido en el músculo: si el consumo se reduce y se busca alcanzar una ingesta de lisina en gramos-día⁻¹, sin considerar la densidad energética, bien puede suceder que el incremento calórico, o la pérdida de Energía Neta provocados por los excesos de N, impidan la manifestación de los efectos del β -adrenérgico. Si con cerdos finalizados normalmente, se considera correcta una relación lisina:proteína del 5.2 al 6%, con el tratamiento con este aditivo, la relación tendrá que ser superior al 6%, aproximándose al 6.8 a 7.2% de lisina en la proteína muscular.

Prácticamente, incrementar los niveles de lisina supone una mayor concentración de los suplementos proteicos en el alimento. Por oportunidad y frecuencia, dado el aporte relativo de lisina, el uso de productos derivados de Soya se incrementará cuando se use Ractopamina. Entonces, siendo treonina su segundo aminoácido limitante (como en el Sorgo o en el Trigo y tercero o segundo limitante en el Maíz), al aumentar las proporciones de proteína de Soya, se podría crear una deficiencia de este aminoácido. Dependiendo del uso de aminoácidos cristalinos y de otros ingredientes, una dieta Sorgo-Pasta de Soya, formulada a un 0.82% de lisina digestible puede resultar en una relación Thr:Lys (digestibles) del 50 al 68%, cuando para cerdos en finalización la relación idónea superior. Sin embargo, considerando que la síntesis de proteína muscular se aumenta por el uso del aditivo, se juzgó probable que la demanda de Thr los cerdos tratados con Ractopamina fuera más parecida a la de estadios más tempranos del crecimiento, *i.e.*, que las demandas de aminoácidos serían más distantes de las de mantenimiento. Con estas conjeturas, la Asociación Americana de Soya y ELANCO, apoyaron la conducción de un estudio con el que se revisaron las proporciones entre Lys y Thr en cerdos alimentados con el β -adrenérgico.

Cuando se usaron 5 ppm de Ractopamina en el alimento, los resultados (Fernández *et al.*, 2003) muestran con claridad que los requerimientos treonina, expresados como porcentaje de lisina, ambos con base en su digestibilidad ileal verdadera, no son mayores al 65% (rango del 62 al 65%), que con un nivel de lisina digestible del 0.82% es igual a un 0.51 a 0.53% de treonina digestible (Figura 1). Si la dosis del β -adrenérgico es mayor, aparentemente la demanda de lisina no es mucho más alta, pero se eleva en proporción al resto de los aminoácidos indispensables. Esto significa que, con dietas basadas en Pasta de Soya, que satisfagan las necesidades de lisina, difícilmente se podrá incurrir en una deficiencia de treonina,

pero es pertinente destacar que si se abusara de los niveles de proteína para alcanzar a cubrir los requerimientos, o si se excediera el uso de lisina cristalina, al ser la digestibilidad promedio de treonina menor a la de lisina, bien se podrán crear fallas en la proporción entre los aminoácidos, las que comprometerían severamente la productividad de los animales. Evidentemente, lo más conveniente es formular a un perfil de lisina digestible (0.82% de la dieta), cuidando la relación con otros aminoácidos, prácticamente, treonina (0.52% de la dieta), cuando lisina total sea cerca del 6% de la proteína, a un 16% como mínimo en el alimento.

Figura 1.



Haciendo un recuento, los efectos de Ractopamina suponen un uso más eficiente de los aminoácidos (en especial de lisina), lo que para algunos haría suponer que se puedan usar niveles "normales" de estos en las dietas. En efecto el aumento de la eficiencia sucede, porque la retención aumenta y, aún cuando la ganancia de peso se deprime en deficiencia o exceso de aminoácidos, el β -adrenérgico protegerá su uso para la síntesis de proteína en el músculo estriado. Tanto que fuera del rango puntual del requerimiento, la ganancia de tejido magro libre de grasa representará una mayor proporción de la ganancia diaria de peso, pero se evitará la mayor expresión del crecimiento magro y la productividad en general será menor, porque se impedirá el uso de esa lisina (o para el caso de los aminoácidos esenciales) para el crecimiento de otros tejidos.

Los desarrollos que vienen con el uso comercial de Ractopamina incluyen el incremento de la dosis a 10 ppm, buscando una mayor producción de tejido magro. Esto ya está siendo implementado por las empresas integradas hacia el mercado de los productos del cerdo.

Otro avance se tendrá en la extensión de los períodos de uso del producto. En los Estados Unidos se ha logrado con programas que se han denominado como *Step-up*, porque se sobrepone la pérdida de efectividad del fármaco (después de 28 a 35 días de uso continuo) con una dosis mayor, por ejemplo al usar 5 ppm por 21 o 28 días y continuando con 10 ppm por otros 14 días. En nuestro mercado la práctica aún tendrá que evaluarse, por el costo que implica y porque los pesos al sacrificio son generalmente menores. Sin embargo, con aproximaciones como el retiro por periodos cortos (Cuarón y Mejía, 2002), seguido de re-alimentación con iguales o menores dosis del aditivo, seguramente se abrirán alternativas para extender o aumentar los beneficios del fármaco.

Otras alternativas por desarrollar están en el aprovechamiento de los efectos de Ractopamina para crear productos para mercados de nichos, como sucede por la posibilidad de inducir el crecimiento selectivo de ciertas masas musculares o con el soporte para la producción de jamones curados estilo mediterráneo, para los que se demanda una mayor infiltración de ciertas grasas en el músculo. Las opciones incluyen la incorporación de genotipos menos eficientes o de crecimiento más lento, o bien, el diseño de programas de

alimentación que induzcan la deposición de grasa en períodos controlados. Como sea, el trabajo a futuro tendrá que incorporar importantemente aspectos de industrialización y de calidad de la carne. Entonces, el desarrollo esta pendiente de la demanda que al respecto se identifique.

En conclusión.

La finalización de los cerdos es un área de gran oportunidad para mejorar la rentabilidad de los porcicultores. Interesa además por la posibilidad real de manipular además la calidad de la carne. El problema central está en aumentar la productividad (de músculo) en esta etapa.

El único aditivo (o para el caso práctica tecnológica asociada a los alimentos) que lícita y efectivamente puede mejorar el crecimiento magro de los cerdos en finalización es Ractopamina.

Al aumentar la cantidad de músculo depositado, el uso de Ractopamina exige mayores concentraciones de lisina digestible (e.g., 0.82 vs. 0.60% de la dieta), para asegurar la mayor productividad de los cerdos.

La demanda de lisina es directamente proporcional al incremento en la tasa de síntesis de tejido muscular.

El aporte de lisina es el criterio de calidad de los alimentos que más puede limitar la respuesta a Ractopamina.

Considerando las condiciones actuales de mercado, usar Ractopamina implica cambiar las condiciones de formulación de los alimentos, pero no solo porque las demandas de lisina aumenten; las de treonina se relajen (contra lo que sucede en finalización sin usar el aditivo), para que la mejor relación Thr:Lys para cerdos tratados con 5 ppm del β -adrenérgico se aproxime al 0.64 % de la dieta.

Tanto las deficiencias, como los excesos de lisina provocan cambios más abruptos en la productividad de los cerdos cuando se usa Ractopamina, que aquellos en animales que no se traten con el aditivo.

Aún cuando los alimentos se encarezcan por el uso de Ractopamina (considerando el costo del aditivo y los cambios en la formulación), si los ajustes en la dieta son los correctos (como factor crítico y fundamental en la respuesta), el retorno sobre la inversión será cercano al 100% y la generación de alimentos se aumentará.

Es probable que Ractopamina pueda usarse para marcar o diseñar los productos cárnicos derivados del cerdo.

Literatura.

- Bark, L. J., T. S. Stahly, G. L. Cromwell, J. Miyat. 1992. Influence of genetic capacity for lean tissue growth on rate and efficiency of tissue accretion in pigs fed ractopamine. *J. Anim. Sci.* 70:3391-3400.
- Boyd, R. D., *et al.* 2001. Lysine level required to optimize the growth response to Paylean in PIC pigs. *J. Anim. Sci.* 79(Suppl. 1):67. (Abstr.).
- Castañeda-Silva E.O., Cuarón I. J.A. 2001. Lysine to protein ratios in growing-finishing pigs. *J Anim Sci.* 79(Suppl. 1):321.
- Crome P.K., *et al.* 1996. Effect of ractopamine on growth performance, carcass composition and cutting yields of pigs slaughtered at 107 and 125 kg. *J. Anim. Sci.*, 74(4) :709-16
- Cuarón I, J.A. 2001. Ractopamina, oportunidades para México. X Congreso AMENA. Pto. Vallarta, México.
- Cuarón I, J.A. 2003. Alternativas para finalización en porcino (I). Albéitar (España), Abril, pp. 42-46.
- Cuarón I, J.A., C. A. Mejía-Guadarrama. 2002. Ractopamine for restricted fed gilts: Refeeding after a week withdrawal. Proc. 17th Proc. International Pig Vet. Soc. Oral-Invited Papers. June 2-5, Ames, IA, p. 264.
- Cuarón I, J.A., *et al.* 2002. Effectiveness of Ractopamine in presence of temperature and disease stress. Proc. 17th Proc. International Pig Vet. Soc. Oral-Invited Papers. June 2-5, Ames, IA, p. 265.
- Dunshea F. R., R. H. King. 1995. Responses to homeostatic signals in ractopamine-treated pigs. *Br J Nutr.* 73:809-18.
- Ellis, M., F.K. McKeith, K.D. Miller. 1999. The effects of genetic and nutritional factors on pork quality. A review. *Asian-Aus. J. Anim. Sci.* 12:261.
- Fernández D., D. M., N. Rosas V., V. G. Pérez M., J. A. Cuarón. 2002. Niveles de lisina digestible para cerdos finalizados con Ractopamina. XXXVII Congreso Nacional AMVEC.
- Fernández D., D. M., N. Rosas V., A. I. Soria F., J. A. Cuarón. 2003. Relaciones Treonina a Lisina en cerdos tratados con Ractopamina. Memoria del I Congreso del Colegio Latinoamericano de Nutrición Animal (pendiente de publicación).
- Kendall, D. C., *et al.* 2000. Pig genotype, strategic use of antibiotics and grow-finish management effects on lean growth rate and carcass characteristics. *Purdue Univ. Swine Day Rep.*, pp. 60-74.
- Mejía G, C. A., Montañón M., Velázquez M., P. A., Cuarón I, J.A. 1999. Estimación in vivo del rendimiento de las canales porcinas mediante ultrasonografía. *Téc. Pecu. Méx.* 37(2):31-8.
- NPPC. 1988. Procedures to evaluate market hogs 2a. ed revised., USA National Pork Producers Council .
- NPPC. 1999. Fat- Free: Lean prediction equations, Results. USA National Pork Producers Council.
- NRC. 1994. National Research Council. Metabolic Modifiers: Effect on the nutrient requirements of food producing animals. USA: National Academy Press. Washington, D.C.
- NRC. 1998. Nutrient Requirements of Swine. National Research Council, National Academy of Sciences. National Academy Press. Washington, D.C.
- Rin-Jin X, Zi-Rong X, Hong-Liang C. Effects of ractopamine at different dietary protein levels on growth performance and carcass characteristics in finishing pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.* 1999. 79 (1-2):119-27.
- Schinckel, A. P., B. T. Richert, C. T. Herr. 2002. Variation in the response of multiple genetic populations of pigs to ractopamine. *J. Anim. Sci.* 80(E. Suppl. 2):E85-E89.
- Schinckel, A.P., N. Li, B. T. Richert, P. V. Preckel, M. E. Einstein. 2003. Development of a model to describe the compositional growth and dietary lysine requirements of pigs fed ractopamine. *J. Anim. Sci.* 81:1106-1119.
- Stahly, T. S. 1990. Impact of somatotropin and beta-adrenergic agonists on growth, carcass composition and nutrient requirements of pigs. *Advances in Animal Nutrition*, Butterworths, London, pp. 103-112.
- Stoller, G. M., *et al.* 2003. The effect of feeding ractopamine (Paylean) on muscle quality and sensory characteristics in three diverse genetic lines of swine. *J. Anim. Sci.* 81:1508-1516.
- Webster, M. J., *et al.* 2002. Interactive effects between Paylean® and dietary lysine on finishing pig growth performance, carcass characteristics and tissue accretion. *J. Anim. Sci.* 80(Suppl. 1): 187. (Abstr.).
- Williams N. H., T. R. Cline, A. P. Schinckel, D. J. Jones. 1994. The impact of ractopamine, energy intake, and dietary fat on finisher pig growth performance and carcass merit. *J Anim Sci.* 72:3152-62.