



VI SEMINARIO INTERNACIONAL  
Competitividad en Carne y Leche

Colanta

# ASPECTOS PRÁCTICOS SOBRE EL CRECIMIENTO EN CERDOS

**DIEGO BRAÑA V.**

Médico Veterinario y Zootecnista, Magíster en Nutrición Animal  
Director e Investigador en Fisiología y Mejoramiento Animal del  
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias - INIFAP  
Asesor y Consultor en Producción Animal  
brana.diego@inifap.gob.mx  
México.

## INTRODUCCIÓN

El objetivo principal de la cadena de valor de carne de cerdo es el de producir carne no solo en cantidad, sino también de calidad y procurando siempre maximizar su eficiencia.

Sin embargo, el concepto de carne de cerdo de calidad, tiene diferentes significados para cada uno de los integrantes de la cadena de producción. Para los porcicultores, su principal objetivo será el de producir cerdos con un elevado rendimiento de tejido magro, de la forma más económica posible. Para la gente involucrada en el procesamiento de la canal y su posterior corte y venta, su principal deseo es el de tener un producto con alto rendimiento, la menor pérdida posible de agua y la máxima vida de anaquel. Pero para los consumidores finales, la calidad (cuya apreciación esta influenciada por el precio) puede ser que esté más enfocada a su apariencia sensorial (color, olor, marmoleo, textura, etc.), inocuidad alimentaria, propiedades nutricionales, consistencia y satisfacción al consumirla.

Para poder aprovechar al máximo la productividad de sus animales y producir carne de calidad, es importante que el porcicultor comprenda no sólo como es que los animales crecen, sino cómo crece cada uno de los tejidos que se producen (músculo, grasa, hueso, etc.), qué factores limitan la expresión de su potencial y como es posible optimizar su producción. Así mismo, cada porcicultor deberá de definir de acuerdo con las características de crecimiento de sus animales y de las del mercado al que provee, cual es el punto idóneo para sacrificar sus animales, esto es hasta que peso deberá crecer a sus animales.

Dado que los objetivos de crecimiento son diferentes para los animales destinados al abasto de aquellos para la reproducción (donde se busca una adecuada maduración de tejidos, como por ejemplo del tejido óseo, la glándula mamaria y los ovarios), esta plática versará básicamente sobre el crecimiento de cerdos destinados al abasto. Se hace mención a diversos factores que afectan el crecimiento, al efecto de la enfermedad, a la relevancia del consumo de energía y finalmente se hace una reflexión acerca del peso de los animales al momento del sacrificio.

## ¿POR QUÉ LOS CERDOS ENFERMOS NO CRECEN?

Un factor clave que puede limitar la expresión de la capacidad de crecimiento, es la activación o estimulación del sistema inmune. Esto debido no sólo a que es capaz de modificar las prioridades en el uso y el flujo de nutrientes en los tejidos, pero además, porque puede influir directamente en el cerebro para modificar actividades y conductas específicas, por ejemplo, al limitar la actividad física y el consumo de alimento.



Lejos de ser un sistema bien comprendido, el estudio del sistema inmunológico cada día nos enseña nuevas lecciones. Hoy se sabe que tejidos anteriormente no relacionados con el sistema inmune (como el muscular y el adiposo), pudieran ser algunos de los principales moduladores del sistema, ya que son responsables de la producción de moléculas que tienen una potente actividad reguladora del sistema inmune y además pueden regular el uso de nutrientes, por ejemplo para apoyar el crecimiento o para producir termogénesis. Modelo de estos compuestos son las citocinas pro-inflamatorias: Factor de necrosis tumoral (TNF $\alpha$ ), y la Interleucina 6 (IL-6).

El término citosina se refiere a un grupo de proteínas cuya función específica es la de actuar como mensajeros intercelulares, llevando mensajes muy concretos (por ejemplo, suprimir la secreción de hormonas promotoras del crecimiento, alterar el balance de glucosa, aumentar la degradación de proteínas y la oxidación de los aminoácidos, etc.), y que solo altera a las células que tienen receptores específicos para esa molécula.

Originalmente se pensaba que la producción de citocinas estaba limitada a células del sistema inmune (linfocinas, interleucinas, etc.), pero ahora se sabe que, debido a su proporción en el cuerpo, los tejidos muscular y adiposo son los principales productores de algunas de ellas. En general, existen más de 100 diferentes citocinas, algunas tienen función proinflamatoria y otras antiinflamatorias, quedando claro que su papel es central para la regulación de la respuesta inmune en salud y enfermedad.

Ante un reto inmunológico, el organismo produce citocinas pro-inflamatorias (como TNF $\alpha$ , e IL-6). Estos compuestos producen en los tejidos una reducción en la concentración y en la sensibilidad a los factores anabólicos, lo que provoca entre otras cosas, resistencia a la insulina y a la hormona del crecimiento. De esta forma, la falta de estímulos anabólicos, la movilización y

redistribución de la energía y de los aminoácidos lejos del tejido muscular y adiposo, resultan en un cambio de prioridades que relega el crecimiento y favorece el flujo de nutrientes a favor de una respuesta inmunológica.

Trabajos realizados por el grupo del Dr. Baker <sup>(12)</sup>, demostraron que la estimulación del sistema inmune reduce tanto el comportamiento productivo, como la cantidad total de aminoácidos requeridos para lograr la máxima respuesta productiva. Esto se debe a una reducción en la capacidad para depositar proteína y no a un cambio en la eficiencia de uso de los aminoácidos. Así, la concentración de nutrientes de la dieta no se debe de modificar, ya que la reducción en el consumo de alimento y aminoácidos es proporcional a la reducción en el requerimiento provocado por el reto antigénico.

En este sentido, queda claro que es incorrecta la práctica de incrementar la concentración de nutrientes en la dieta (particularmente energía y lisina), para tratar de aminorar los efectos de la enfermedad, especialmente aquellos efectos asociados a la reducción en el consumo de alimento y al menor crecimiento de tejido magro.

## CRECIMIENTO EN EL ÚTERO

Del total de su vida productiva, el cerdo pasa 113 días dentro de la madre y dependiendo de su genética, alimentación y ambiente, pasará otros 160 días creciendo antes de ser sacrificado. Esto es, 40% de su vida transcurre en el útero, por lo que suena interesante el poder manipular su crecimiento antes de nacer.

A la fecha, un sinnúmero de recomendaciones se han hecho para tratar de aumentar el peso de los lechones antes del nacimiento. El uso de diferentes niveles de alimentación durante la gestación <sup>(1)</sup>, la variación en el consumo de proteína en la dieta de cerdas gestantes <sup>(2)</sup>, y hasta el uso de la hormona somatotropina porcina durante el primer tercio de la gestación <sup>(3)</sup>, han



confirmado que es poco factible alterar nutricionalmente el peso del lechón o el reducir la variación dentro de camadas al nacimiento.

Incluso, cerdas alimentadas durante toda la gestación con dietas sin proteína (0.5%), producen lechones con al menos 60% del peso de una camada normal <sup>(4)</sup>. Si bien es cierto, que los efectos de estos tratamientos no tienen mayor repercusión en el peso de los lechones al nacer, si afectan negativamente el comportamiento de la madre durante la lactancia y gestaciones siguientes. Entonces, es relevante el hecho de evitar el uso de suplementos o programas tipo Flushing (sobre alimentando a la cerda antes del parto), ya que no afectan el tamaño de la camada, solo incrementan los costos de producción y en algunas ocasiones reducen el consumo de alimento en la cerda lactante. Esto, con un consecuente impacto negativo en el peso de los lechones al destete y en el comportamiento productivo de la cerda en subsiguientes gestaciones <sup>(5)</sup>.

El crecimiento del lechón hasta los 70 días de edad (cuando debe de pesar aproximadamente 30 kg), esta más influenciado por el ambiente y por lo genes maternos, que por los propios genes del lechón <sup>(6)</sup>. Es por esta razón, que los productores deben de permitir la adecuada expresión de los genes de la madre, particularmente durante la lactancia, lo cual redundará en un adecuado crecimiento de los lechones. En la cerda lactante, a mayor consumo de alimento, mayor producción de leche y mayor peso de los lechones al destete.

Para lograr esto, en lugar de sobrealimentar a la marrana durante la gestación, es más recomendable controlar su alimentación y promover el uso de dietas de gestación altas en fibra (aprovechando el uso de rastrojos, cascarillas y hasta de pastos), las cuales además de promover una relativa sensación de saciedad en la cerda, también promueven el desarrollo de una mayor capacidad de consumo durante la lactancia <sup>(7)</sup>.

Nuevamente, el mayor consumo de alimento por la cerda lactante, generalmente se traduce en una mejor velocidad de crecimiento en los lechones, menor pérdida de peso y/o condición corporal, superior comportamiento reproductivo y mayor longevidad de la marrana <sup>(8)</sup>.

## CRECIMIENTO POSTPARTO

Cómo y cuánto va a crecer un cerdo, depende de una multiplicidad de factores que intervienen en diferentes puntos de la vida de un animal. Básicamente, es posible distinguir entre factores genéticos, ambientales y nutricionales. La interacción entre dichos factores tenderá a provocar una respuesta fisiológica en el animal, la cual se traducirá en como el animal hará uso de los nutrientes para dirigirlos ya sea hacia funciones de mantenimiento (producción o disipación de calor, crecimiento de la piel, producción de anticuerpos, etc.), funciones reproductivas (interacción con otros animales, desarrollo del tracto reproductor, etc.), o para el crecimiento de tejidos.

El crecimiento de los diferentes tejidos corporales y su composición química, dictarán que tan eficiente será el crecimiento y la calidad de la carne producida. Para reducir la variación en la descripción química de un animal, normalmente se hace referencia al peso vacío (aquel que no incluye el contenido gastrointestinal) que normalmente equivale al 95% del peso vivo; esto es, el 5% del peso de un animal usualmente es alimento que se está digiriendo, heces fecales en formación y agua de desecho.

Los principales componentes que constituyen el peso vacío de un cerdo varían con la edad de tal forma que como se muestra en el **cuadro 1**, para llegar del nacimiento hasta su peso de venta, un cerdo tendrá que aumentar su talla 80 veces. El crecimiento del cerdo tiende a ser alométrico, esto es que el crecimiento de una parte del cuerpo siempre guarda la proporción con el resto del cuerpo. Por ejemplo, la masa ósea siempre guarda



proporción con la masa muscular. Sin embargo, la grasa es la excepción a la regla. El crecimiento de

la grasa es en extremo variable y no guarda ninguna proporción con la masa muscular.

**Cuadro 1. Composición química del cerdo en diferentes etapas de su vida.**

| Componente (%)   | Peso vivo (kg) |    |    |     |
|------------------|----------------|----|----|-----|
|                  | 1.4            | 7  | 28 | 112 |
| Agua             | 77             | 66 | 69 | 56  |
| Proteína         | 18             | 16 | 16 | 16  |
| Grasa            | 2              | 15 | 12 | 25  |
| Cenizas          | 3              | 3  | 3  | 3   |
| Aumento de talla | 1              | 5  | 20 | 80  |

Adaptado de *de'Lange et al.* <sup>(9)</sup>

De aquí, se desprende que en los cerdos la cantidad de grasa dorsal ya sea en un cerdo de finalización o en una cerda adulta al final de la lactancia, no está directamente relacionada con el tamaño de las masas musculares. Más o menos grasa dorsal no implica una mayor cantidad de músculo.

A diferencia de lo que ocurre con los tejidos magros, la proporción de grasa corporal en el cuerpo, es quien muestra la mayor variabilidad entre los cerdos. Al momento del nacimiento los lechones tienen una mínima cantidad de grasa (menos del 2% de su peso, **Cuadro 1**), pero conforme crecen dependiendo de su genética, alimentación y ambiente, la grasa pudiera representar hasta el 50% del peso vivo.

Una de las razones por las cuales el crecimiento de la grasa es diferente al de los músculos, es que el número de células musculares en un individuo queda fijo desde antes de nacer, por lo que la única forma en que crecerá el músculo a partir del nacimiento es por hipertrofia (implica un aumento en el volumen de los músculos, ya sea por un aumento a lo largo y/o a lo ancho). Por esta razón,

generalmente un lechón que nace de muy bajo peso, nunca logra alcanzar a los de mayor peso al nacimiento, pues estos últimos poseen un mayor número de fibras musculares.

El crecimiento del tejido graso o adiposo, se da por un aumento tanto en el volumen como en el número de células de grasa (hipertrofia e hiperplasia), por lo que en cualquier momento de la vida del animal (después del nacimiento) se tiene la capacidad de almacenar la energía disponible en forma de grasa.

Esta característica tan peculiar del tejido graso, permite que el animal pueda seguir acumulando grasa, aún cuando se pierdan las proporciones en el cuerpo. Sin embargo, para tratar de controlar excesos, el cuerpo tiene mecanismos de comunicación y compensación. Particularmente el tejido graso es capaz de producir hormonas que regulan el gasto de energía y el consumo de alimento. Entre otras, se destacan la leptina y la adiponectina; estas hormonas son producidas por el tejido graso cuando el volumen o número de células es muy grande (y por lo tanto comienza a haber obesidad)



y su principal efecto es indicarle al cerebro que debe de frenar el consumo de alimento.

La capacidad de producir leptina y la sensibilidad de los tejidos, varían entre especies e incluso entre genéticas. Esto explica en parte, la variación que existe entre animales, habiendo genotipos con mayor o menor capacidad de consumo de alimento y deposición de grasa.

Además de la genética, uno de los factores que más influyen en la deposición de grasa, es la cantidad de energía metabólicamente disponible. En muchas partes del mundo se utiliza la restricción en el consumo de alimento, como una técnica para reducir la deposición de grasa y aumentar la eficiencia alimenticia (más carne por menos kilos de alimento). Sin embargo, se debe de ser en extremo precavido con estas restricciones, pues una restricción temprana (cuando el animal está expresando su máxima tasa de crecimiento de tejido muscular), merma la expresión de su potencial genético y reduce la cantidad de músculo depositado, por lo que esta práctica sólo deberá de practicarse al final de la engorda. Finalmente, se deberá considerar el hecho de que restricciones que van más allá del 10% del consumo voluntario de alimento, tienden a aumentar la presentación de problemas asociados con el estrés y a reducir la velocidad de crecimiento. Otra forma de reducir la energía disponible para depositar grasa, es el uso de dietas altas en proteína, sin embargo el uso de estas dietas va en contra de la eficiencia de producción (costo elevado de la proteína, se reduce

la eficiencia en el uso de la proteína y de la energía y afecta el ambiente).

Generalmente, los animales que llegan a peso de mercado más rápido, no son los más eficientes. Al contrario, debido a que son cerdos con una gran capacidad de consumo de alimento, tienden a crecer más por una mayor deposición de grasa y no por una mayor deposición de músculo <sup>(10)</sup>.

## ENERGÍA PARA CRECER

En términos generales, la cantidad de energía que consume un animal no es la misma que utiliza para su crecimiento. El total de la energía que contiene un alimento se conoce como energía bruta (**Figura 1**), al consumirla una parte de ésta se va a perder en las heces y lo que resta, que es lo que el animal va a absorber, se le nombra energía digestible. Sin embargo, de la energía que se absorbe, una parte no se retiene y se pierde por orina, quedando así la energía metabolizable (que es la que más comúnmente se reporta en las etiquetas de los alimentos). De la energía metabolizable una parte es consumida en los procesos de digestión, absorción y utilización de los nutrientes (incremento calórico), dejándonos finalmente con lo que es considerado energía neta. La energía neta se puede subdividir en energía de mantenimiento y de producción, que en el caso de los cerdos es básicamente usada para el crecimiento principalmente de dos tejidos: muscular y graso.



Figura 1. Flujo de la energía del alimento hasta que es utilizada por el animal.



De la energía neta que se tiene para el crecimiento de los tejidos, en el cerdo se requieren aproximadamente 10.5 Mcal de energía metabolizable para depositar un kilogramo de proteína y 12.6 Mcal para depositar uno de grasa. Sin embargo, los tejidos del cerdo no están compuestos únicamente por grasa o proteína (**Cuadro 1**). Por cada kg de proteína que se deposita, también se depositan 3.5 a 4 kilos de agua asociada a esa proteína. Haciendo cálculos, se infiere que, para que un cerdo crezca un kilogramo de tejido proteico, requiere 2.1 Mcal (0.65 kg de alimento comercial). Por otro lado, la grasa se asocia poco con el agua, por lo que con la deposición de cada kg de grasa, sólo se depositan 0.2 kg de agua. De lo anterior, se infiere que el depositar un kg de grasa requiere aproximadamente 10.5 Mcal (3.2 kg de alimento).

De un cerdo de 122 kg de peso vivo, esperaríamos tener una canal de aproximadamente 100 kg, que rendiría unos 6 kg de piel, 12 kg de hueso, 15 a 36 kg de grasa separable y entre 50 y 62 kg de tejido magro (el cual contendría entre 4 y 10% de grasa). Por lo que los principales depósitos de proteína en el cerdo son el músculo (50%) y las vísceras (15%). La forma en la que los músculos están distribuidos en un cerdo es muy consistente, de hecho el 90% del tejido magro de la canal se distribuye en los siguientes cortes primarios: 30% jamón, 21% lomo, 6% cabeza del lomo, 12% tocino y 16% espaldilla.

Como ya se ha mencionado, el crecimiento del cerdo va a depender del aumento de tamaño y forma de los componentes que conforman el cuerpo, estos cambios serán en proporción a la madurez del animal. Así, en un inicio el tejido con mayor prioridad de crecimiento es el tejido nervioso, luego el óseo que va a dar sostén a los demás tejidos, posteriormente el tejido muscular tiene prioridad sobre el graso y esto cambia con el tiempo. Conforme se va acercando a la madurez, el tejido graso comienza a tener un crecimiento dominante sobre el muscular.

El tejido muscular está compuesto básicamente por agua (75%), proteínas (20%), grasa (3%), carbohidratos y minerales (2%). Por lo que el aumento en la cantidad de proteína depositada, resultará en el aumento de la masa muscular (hipertrofia). El determinar que tanta proteína deposita un animal puede ser una labor en extremo compleja, sin embargo, el medir las consecuencias de esa deposición de proteína, puede ser extremadamente sencillo. Conociendo el cambio de peso y la composición de la ganancia, es una forma sencilla de estimar la deposición de los tejidos y por lo tanto es posible determinar los requerimientos nutricionales de una población específica de cerdos.

La velocidad con la que un cerdo deposita proteína en su cuerpo (principalmente en forma de músculo), es el factor más importante para determinar los requerimientos de aminoácidos en la dieta. Por lo que animales jóvenes o relativamente más magros tenderán a tener requerimientos superiores a los de aquellos más viejos o menos magros. Sin embargo, esto no funciona en el sentido inverso, el dar dietas más concentradas (por arriba de los requerimientos del animal), no va a producir animales más magros, sólo va a reducir la eficiencia en el uso de nutrientes.

En este sentido la alimentación por fases, ayuda a que se incremente la eficiencia de producción, ya que los requerimientos del animal irán cambiando conforme aumente su edad. La deposición de tejido magro se va reduciendo conforme avanza la edad y por el contrario la de grasa se incrementa.

En genotipos modernos, con cerdos magros, es común observar que la eficiencia de crecimiento no se reduce tan drásticamente al avanzar la edad. Lo que permite que sean sacrificados a pesos mucho más elevados. Esto se debe a que en este tipo de animales, la deposición de proteína no se frena de forma importante, hasta llegar a pesos superiores a los 140 kg. Otro factor relevante, es que en este



tipo de animales la deposición de grasa no es tan relevante, ya que el consumo de alimento deja de aumentar de forma importante <sup>(11)</sup>.

Otra ventaja de sacrificar a mayor peso a cerdos «modernos y con genética magra», es que al continuar creciendo sin aumentar su consumo de alimento, las vísceras frenan su crecimiento y las partes del cuerpo que conforman la canal continua su crecimiento. Por esta razón, es normal encontrar que el rendimiento en la canal se aumenta conforme aumenta el peso vivo del animal; produciéndose así, más kilogramos de carne con menos kilogramos de vísceras <sup>(10)</sup>.

Finalmente, los productores de carne de cerdo deberán considerar el impacto que en los costos de producción se tiene al sacrificar a los animales a mayores pesos. Tradicionalmente, el mercado manejó un peso para la venta de cerdo en pie de entre 90 y 100 kg. Con las nuevas genéticas y sistemas de producción este número se ha ido incrementando, entre otras, por las siguientes razones:

Después de la alimentación el principal costo en la producción de un cerdo, es el del lechón. Este costo, se diluye entre los kilos de cerdo que llegan al mercado. Por lo tanto, el costo del lechón, es proporcionalmente menor al vender a los animales a un mayor peso de venta.

Con el uso de animales más magros es factible poder engordar a los animales a pesos más elevados, sin repercusiones elevadas en la eficiencia alimenticia. Esto porque a diferencia de los «genotipos grasos», la deposición de proteína no se detiene a los 100 kg de peso vivo.

El costo de matanza y proceso, es igual para un cerdo de 125 kg que para uno de 90. Por lo que se diluyen estos costos en más kg de carne producida.

El rendimiento de peso vivo a canal y de canal a cortes primarios, es superior conforme aumenta el peso del animal (la proporción de vísceras es menor en un cerdo de 120 kg que en uno de 100kg).

Es por esto que los grandes productores de cerdo, han incrementado el peso al sacrificio de sus animales a niveles de hasta 125 kg.

## CONCLUSIONES

Es poco factible poder alterar la tasa de crecimiento de los lechones antes de que nazcan. Por esta razón los sistemas de flushing durante la gestación deben evitarse. Es necesario promover el mayor consumo de alimento en la cerda lactante, lo cual favorecerá el peso de los lechones al momento del destete. La forma de crecimiento más eficiente, es aquella representada por el músculo, pues comparado con la grasa, el músculo conlleva a una mayor deposición de agua. El punto ideal para terminar la engorda de los animales, deberá ser razonado, en función de las condiciones de mercado y de la capacidad de crecimiento magro de los animales; genéticas modernas, permiten el sacrificio de cerdos a pesos mayores, aumentando la eficiencia del sistema de producción y sin demérito de la calidad.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Cooper D. R., J. F. Patience, R. T. Zijlstra, M. Rademacher. Effect of energy and lysine intake in gestation on sow performance. *J Anim Sci.* 2001; 79: 2367-2377.
2. Kusina J., J. E. Pettigrew, A. F. Sower, M. E. White, B. A. Crooker, M. R. Hathaway. Effect of protein intake during gestation and lactation on the lactational performance of primiparous sows. *J Anim Sci.* 1999; 77: 931-941.
3. Rehfeldt C. G. Kuhn. Consequences of birth weight for postnatal growth performance and carcass quality in pigs as related to myogenesis. *J. Anim. Sci.* 2006;84:E113-E123.
4. Pond, W. G., R. R. Maurer, H. J. Mersmann, S. Cummins. Response of fetal and newborn piglets to maternal protein restriction during



- early or late pregnancy. *Growth Dev. Aging* 1992; 56:115–127.
5. Perez-Mendoza, V.G., Cuarón, J.A., Rapp, C.J., Fakler, T.M. Lactating and rebreeding sow performance in response to chromium-L-methionine. *J. Anim. Sci.* 2003; 81 (Suppl. 2), 71.
  6. Solanes, F. X., Grandinson, K., Rydhmer, L., Stern, S., Andersson, K., Lundeheim, N. Direct and maternal influences on the early growth, fattening performance, and carcass traits of pigs. *Livest Prod Sci* 2004;88: 199-212.
  7. van der Peet-Schwering CM, Kemp B, Binnendijk GP, den Hartog LA, Spoolder HA, Verstegen MW. Performance of sows fed high levels of nonstarch polysaccharides during gestation and lactation over three parities. *J Anim Sci* 2003;81(9):2247-58.
  8. Jones D. B., T. S. Stahly. Impact of amino acid nutrition during lactation on body nutrient mobilization and milk nutrient output in primiparous sows. *J. Anim. Sci.*1999; 77:1513–1522.
  9. de Lange, C.F., Birkett, S.H., Morel, C.H. Protein, Fat and Bone Tissues Growth in Swine. In: *Swine nutrition*. Edited by Austin & Southern. 2nd Edition. CRC Press. Boca Raton. USA: CRC 2001:65-81.
  10. Correa J.A., Faucitano L., Laforest J.P., Rivest J., Marcoux M., Garipey C. Effects of slaughter weight on carcass composition and meat quality in pigs of two different growth rates. *Meat Science* 2006; 72:91-99.
  11. Cisneros F, M. Ellis, F. K. McKeith, J. McCaw, R. L. Fernando. Influence of slaughter weight on growth and carcass characteristics, commercial cutting and curing yields, and meat quality of barrows and gilts from two genotypes. *J. Anim. Sci.* 1996; 74:925-933.
  12. Webel DM, Johnson RW, Baker DH. Lipopolysaccharide-induced reductions in food intake do not decrease the efficiency of lysine and threonine utilization for protein accretion. *J. Nutr.* 1998; 128:1760-1766.