



# Repercusión sobre el coste de producción de enfermedades crónicas en el ganado porcino y su abordaje a través de la alimentación

J. Cantín<sup>1</sup>, C. Cantín<sup>2</sup>, MV. Falceto<sup>3</sup>.

<sup>1,2</sup>Asesores Veterinarios;

<sup>3</sup>Departamento de Patología Animal. Facultad de Veterinaria.  
juliacantinlabarta@hotmail.com

## RESUMEN

Las enfermedades infecciosas respiratorias son relativamente frecuentes en el ganado porcino y tienen un importante efecto sobre el coste de producción que puede suponer entre el 3 y 4% de este, ya que influyen disminuyendo el índice de conversión (IC) y la ganancia media diaria (GMD) y aumentando los gastos en medicamentos.

Las enfermedades crónicas derivadas de una infección provocan el estímulo inmunitario, este es regulado por las interleucinas que actúan provocando un aumento de la histona acetiltransferasa (HAT) y de la tirosina (TIR) y una disminución de somatotropina (GH). Esto tiene como consecuencia un aumento en el catabolismo, aumentando la temperatura corporal y disminuyendo la síntesis de proteínas y el crecimiento tisular. El grado de activación del sistema inmune afecta aumentando el índice de conversión, disminuyendo la ganancia media diaria y dando lugar a canales más engrasadas, teniendo un gran efecto sobre el coste de producción.

## INTRODUCCIÓN

La inflamación y la activación del sistema inmunitario (SI) inician una serie de respuestas fisiológicas que se asocian a la alteración de varias vías metabólicas y a modificaciones en la utilización de nutrientes<sup>1,5</sup>. Se ha comprobado que, sin mostrar ningún signo clínico de enfermedad, los animales afectados por enfermedades crónicas subclínicas muestran una reducción del apetito, pérdida de proteínas, retraso del crecimiento y un aumento de la excreción de nitrógeno en comparación con los animales sanos<sup>5</sup>.

En un proceso de activación del SI, los agentes infecciosos son reconocidos por los monocitos y los macrófagos, que a su vez inducen una respuesta inflamatoria que implica la síntesis y liberación de citoquinas metabólicamente activas como la interleucina 1 (IL-1), la interleucina 6 (IL-6) y el factor de necrosis tumoral (TNF). Las citoquinas son una gran familia de moléculas producidas en diversas células del organismo, pero principalmente en las células inmunitarias (linfocitos, macrófagos, células dendríticas, etcétera). Se han identificado muchas citoquinas, pero la IL-1, la IL-6 y el TNF son las que intervienen en la regulación del metabolismo de las proteínas<sup>1,5</sup>.

Uno de los efectos metabólicos más dramáticos de los procesos infecciosos se produce en el músculo esquelético, donde la síntesis de proteínas se ve afectada y la degradación de estas aumenta. La miostatina (MSTN) es un regulador negativo de la masa muscular y, según se informa, se eleva en varias condiciones caracterizadas por la inflamación y el desgaste muscular. Un aumento del MSTN podría explicar en parte por qué la infección inhibe el crecimiento muscular<sup>1</sup>.

Algunas de las enfermedades que suponen mayor repercusión económica son el síndrome respiratorio y reproductivo porcino (PRRS) y el complejo respiratorio porcino (CRP) que incluye patógenos tan determinantes como *Mycoplasma hyopneumoniae*, *Actinobacillus pleuropneumoniae*, *Streptococcus suis* e *Influenza porcina*.

Se ha determinado que la infección de PRRS y la coinfección de este con patógenos respiratorios como *Mycoplasma hyopneumoniae* da lugar a una respuesta inflamatoria sistémica generándose un aumento del ARNm de la MSTN en el músculo esquelético y de la IL-1 y la IL-6 circulantes en el suero este aumento está directamente correlacionada con la disminución de la acumulación de proteínas<sup>1</sup>.

Las citoquinas median estas alteraciones disminuyendo la liberación de hormonas anabólicas como la somatotropina y el factor de crecimiento insulínico tipo 1 (IGF-1). Esto provoca un aumento de la liberación de hormonas catabólicas como la hormona adrenocorticotrópica (ACTH) y como consecuencia un aumento de los glucocorticoides.

La IL-1 y el TNF inducen una inhibición de la síntesis de proteínas musculares y el desgaste de proteínas musculares. La IL-6 actúa en sinergia con la IL-1 en el hígado, pero es el principal iniciador de la respuesta de fase aguda. Los glucocorticoides por sí solos son capaces de inducir la secreción de algunas proteínas





como la  $\alpha 1$  glicoproteína ácida, esta es una proteína de fase aguda, altamente glicosilada, en el cerdo se ve elevada en animales afectados por enfermedades infecciosas como meningitis o neumonía<sup>7</sup> pero, en general, los glucocorticoides actúan como un factor permisivo o sinérgico a la acción de las citoquinas<sup>5</sup>.

La hiperinsulinemia y la hiperglucemia se observan habitualmente durante la inflamación y son un signo característico de la insulinoresistencia. Sin embargo, esta insulinoresistencia parece preservar la síntesis proteica, mientras que la capacidad de la insulina para disminuir la degradación proteica se reduce al menos durante los primeros días de la infección<sup>5</sup>. El aumento de citoquinas también aumenta la proteólisis muscular inducida por la calpastatina<sup>1</sup>. Por lo tanto, el aumento de las citoquinas inflamatorias durante un proceso infeccioso puede ser predictiva de una reducción de la ingesta de alimentos, la ineficiencia de la utilización de estos y la disminución del crecimiento<sup>1,6</sup>. La inflamación y la activación del sistema inmunitario se caracterizan por la síntesis de proteínas específicas que desempeñan papeles cruciales en la defensa del organismo frente a patógenos y la modulación de la respuesta inmunitaria. Las proteínas de fase aguda, como el fibrinógeno, la proteína C reactiva y la haptoglobina, son sintetizadas y secretadas por el hígado mediante la inducción de IL-1 y, en particular, de IL-6. Estas proteínas aparecen antes que los anticuerpos específicos, y su disminución se correlaciona con la resolución de la respuesta inflamatoria en mamíferos. Sus concentraciones en sangre permanecen elevadas durante las infecciones crónicas, cuando la secreción de citoquinas sigue presente<sup>5</sup>.

Sin embargo, el principal motor de la interacción entre la nutrición y la respuesta inmunitaria reside en la respuesta al desafío inmunitario, que consiste en una menor ingesta de alimento y, en algunos casos, una menor eficiencia alimentaria.

De hecho, en tales situaciones, los aminoácidos se redistribuyen perjudicando los procesos de crecimiento y producción hacia los tejidos y las células implicados en la respuesta inflamatoria e inmunitaria. Los

aminoácidos proporcionados por la dieta o el catabolismo de las proteínas musculares son utilizados por el hígado para la gluconeogénesis y la síntesis de proteínas de fase aguda; también son utilizados por las células inmunitarias para la síntesis de inmunoglobulinas y para mantener su proliferación y, por último, para la síntesis de sustancias y agentes utilizados para las defensas del organismo como son los glóbulos blancos, los macrófagos, el sistema complemento, las citoquinas o los anticuerpos.

Los cambios en el metabolismo de los aminoácidos inducidos por la respuesta inmunitaria y la inflamación pueden generar necesidades específicas. De hecho, el patrón de aminoácidos requerido en estas vías metabólicas concretas es diferente del liberado por la proteólisis del músculo esquelético, lo que conduce a un exceso relativo de aminoácidos no limitantes, mientras que otros aminoácidos se convierten en limitantes para la respuesta inmunitaria<sup>2,5</sup>. Este cambio de patrón en las necesidades de aminoácidos es muy importante a la hora de formular los piensos ya que no solamente aumentan las necesidades de aminoácidos esenciales, sino que aumentan las necesidades de aminoácidos que no se consideran limitantes en la formulación y por lo tanto aumenta en general la necesidad de proteína.

Las dietas deficientes en aminoácidos esenciales, como la lisina o la metionina, reducirán aún más el crecimiento, además de lo observado debido a la disminución de la ingesta de alimentos. El mayor impacto de la producción de citoquinas es la disminución del consumo de alimento. Por lo tanto, al disminuir la ingesta de alimento, también disminuye la energía que sería necesaria para impulsar la síntesis de proteínas<sup>2</sup>. Las necesidades dietéticas de aminoácidos de estos cerdos también se ven alteradas por las diferencias en las tasas de deposición tisular<sup>6</sup>.

Al comparar la composición de aminoácidos de las diferentes proteínas de fase aguda, han demostrado que la mayoría de estas proteínas son ricas en aminoácidos como el triptófano en relación con la proteína muscular. Durante la inflamación, las concentraciones



	Grado de activación del sistema inmune		Diferencia
	Bajo	Alto	
Consumo/Día (g)	2,296	2,066	+0,230
Ganancia media diaria (g)	850	677	+173
Índice de conversión	2,70	3,05	-0,35
Espesor de grasa dorsal (mm)	27,6	31,4	-3,8
Espesor del músculo <i>longissimus dorsi</i> (mm)	37,4	32,6	+4,8
% grasa intermuscular	55,8	52,5	+3,3

**Tabla 1.** Impacto del grado de activación del sistema inmune sobre los índices de producción (Adaptado de Williams et al., 1997).

plasmáticas de proteínas de fase aguda pueden aumentar considerablemente. Por lo tanto, el aumento de la síntesis de proteínas puede requerir de un aumento de la cantidad de triptófano.

La activación del sistema inmunitario y la inflamación alteran el metabolismo de las proteínas (Tabla 1). En tales circunstancias, mediadores como las citocinas dan prioridad a los tejidos implicados en la respuesta inmunitaria y la inflamación para la utilización de aminoácidos. En situaciones de infección el músculo puede convertirse en una fuente de aminoácidos que provoque un desgaste muscular. En los animales, una activación baja pero constante del sistema inmunitario como la de una infección crónica provoca una disminución del rendimiento que impide a los animales expresar su potencial genético. La activación de determinadas vías metabólicas da lugar a necesidades específicas de aminoácidos que deben tenerse en cuenta para preservar la masa muscular

	Dieta Grupo Control (C)	Dieta Grupo Tratado (T)
Energía metabolizable (Kcal/Kg)	3,300	3,400
Proteína bruta (%)	16,500	18,800
Grasa bruta (%)	5,500	8,500
Lisina total (%)	1,050	1,200
Metionina total (%)	0,300	0,400
Arginina total (%)	1,000	1,100
Treonina total (%)	0,670	0,850
Triptófano total (%)	0,200	0,250

**Tabla 2.** Necesidades nutricionales de animales con enfermedad crónica.

	Dieta Grupo Control (C)	Dieta Grupo Tratado (T)
Animales recuperados (%)	84,3	90
Mortalidad (%)	15,7	10
Animales enviados a matadero con peso subóptimo (canal < 74 Kg) (%)	53	0
Animales enviados a matadero con un peso de 101 Kg (%)	46,7	100

**Tabla 3.** Resultados productivos del grupo C y grupo T.

y el rendimiento de los animales<sup>5</sup>. Las enfermedades presentan cambios en las necesidades nutricionales de los animales, el aumento de la temperatura supone un aumento de los requerimientos de energía y de aminoácidos para reparar los daños tisulares y para suplir las necesidades de la respuesta inmune ya que existe competencia por los nutrientes entre el sistema inmune y el crecimiento.

El objetivo del presente estudio es comprobar la respuesta en la

fase de cebo de animales, que tras un brote agudo de complejo respiratorio porcino que se ha cronificado y han sido retirados a lazaretos han consumido una dieta más rica en aminoácidos y energía que las convencionales.

## MATERIAL Y MÉTODOS

En el experimento se contó con 66.000 plazas de engorde con una capacidad media de 1.150 cerdos por lote. En este estudio se incluyen 198.000 cerdos durante un año, de estos se separaron a lazareto 5.544 cerdos con síntomas clínicos de enfermedad respiratoria, se tomaron muestras de fluidos orales en estos animales obteniendo un análisis laboratorial que indicaba infección por PRRS, *Influenza Porcina* y *Mycoplasma hyophneumoniae*. Este grupo de animales de lazareto se dividió en dos obteniendo un grupo tratado con la dieta (grupo T) especial de 2.680 cerdos y un grupo control (grupo C) en el cual se mantuvo la dieta convencional de 2.864 cerdos.

En la dieta administrada al grupo T se elevó la concentración de lisina alterando la proporción de maíz y harina de soja y se formuló de forma que la lisina fuera el primer aminoácido limitante, el resto de los aminoácidos (metionina, arginina y triptófano) también se han elevado con respecto al grupo control (Tabla 2).

En este estudio se midió en el grupo T y en el grupo C el porcentaje de mortalidad, el peso vivo medio a sacrificio en Kg, el consumo de pienso medio por cerdo en Kg, el precio medio del pienso en €/tn, el coste por cerdo referido a la alimentación en €, el precio medio cobrado en € y el beneficio referido a la alimentación en €.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se indica en la Tabla 3, el 90% de los animales del grupo T (n=2.680) se recuperaron y

llegaron a matadero con peso óptimo (110 Kg) la mortalidad en este grupo fue del 10%.

Sin embargo, en el grupo C se recuperaron sólo un 84,3% (n=2.414), de estos el 53,3% de los cerdos (n=1.288) fueron enviados al matadero con peso subóptimo (canal con menos de 74 Kg) mientras que un 46,7% (n=1.126) fueron enviados a matadero con un peso de 101 Kg, la mortalidad en este grupo fue del 15,7%.

En los animales con afecciones infecciosas en los cuales se da un aumento de la producción citoquinas inflamatorias se produce la inhibición de la absorción de nutrientes, una pérdida neta de proteínas, se produce una disminución del peso corporal, aumenta la tasa metabólica y se altera la utilización de nutrientes siendo esta menos efectiva de forma específica para cada tejido. En otros casos, el peso corporal y la acumulación de proteínas pueden seguir aumentando, pero a un ritmo más lento<sup>1,5</sup>.

Dado que la MSTN es un regulador negativo de la masa muscular, estos resultados sugieren que el sistema inmunitario puede regular en parte la acumulación de proteínas y la masa muscular durante la infección provocando un aumento de la MSTN en el músculo esquelético. Los niveles de ARNm de la MSTN en estado estacionario en los músculos se correlacionan positivamente con la IL-1 y la IL-6 séricas inhibiendo el crecimiento del músculo esquelético<sup>1</sup>.

Las neumonías virales y bacterianas dan lugar a una respuesta inflamatoria sistémica disminuyendo la acumulación de proteínas, aumentan la IL-1 e IL-6 en suero y el ARNm de la MSTN en el músculo esquelético<sup>1</sup>.

El aumento de las necesidades de aminoácidos que se ve tras la activación del sistema inmunitario para

la producción de las proteínas de fase aguda, como el fibrinógeno, la proteína C reactiva y la haptoglobina que como hemos comentado anteriormente su formación es inducida por el aumento de IL-1 y, en particular, de IL-6 se ve compensado por la disminución asociada de la acumulación de proteínas y el aumento de la degradación de las proteínas musculares<sup>2,5</sup>.

El consumo medio de pienso por cerdo se vio disminuido en el grupo T siendo este de 86,60 Kg de pienso consumido por cerdo frente al grupo C cuyo consumo fue de 140 Kg de pienso consumido por cerdo.

En estos animales con afecciones infecciosas aparece fiebre y letargo, se ve disminuido el apetito y la ingesta de alimentos produciendo una disminución del peso corporal<sup>1,5</sup>.

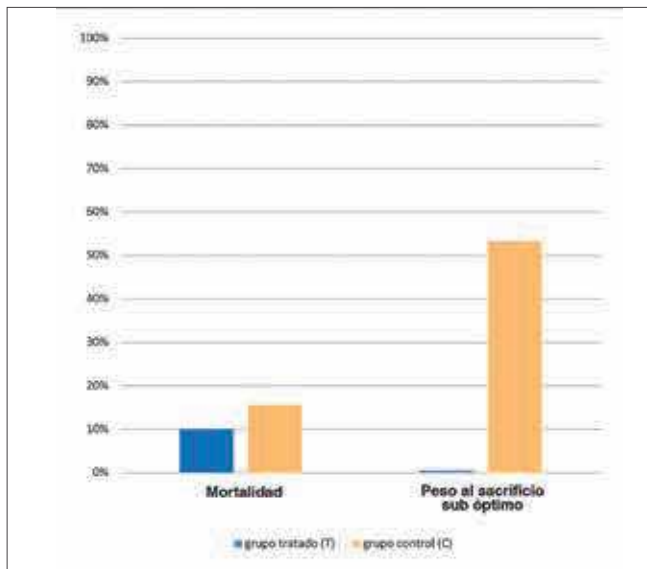
La IL-1 es una citoquina inflamatoria responsable de la fiebre y la falta de apetito que aumenta la secreción de ACTH y en consecuencia de glucocorticoides y la síntesis de proteínas de la fase aguda por el hígado.

Entre las hormonas implicadas, se sabe que los glucocorticoides tienen un efecto anabólico en el hígado, pero catabólico en el músculo<sup>5</sup>.

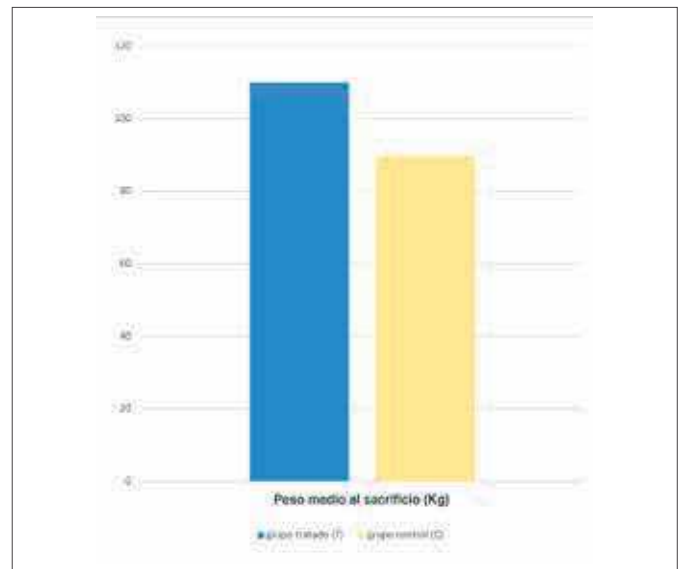
El sistema inmunitario provoca una serie de respuestas orquestadas por las citoquinas. De estas respuestas, la reducción de la ingesta de energía es el factor que limita la síntesis de proteínas. En estos casos, la fortificación adecuada de aminoácidos y las proporciones relativas a la lisina son esenciales para no limitar el crecimiento del cerdo<sup>2</sup>.

En cuanto al balance económico del grupo T frente al grupo C, el beneficio referido a la alimentación en el grupo T fue de 83,43 €/cerdo mientras que en el grupo C fue de 91,78 €/cerdo suponiendo unas pérdidas por el sobre costo de la alimentación de 8,35





**Figura 1.** Diferencia de la incidencia de mortalidad y peso al sacrificio sub-óptimo entre el grupo control (C) y el grupo Tratado (T).



**Figura 2.** Diferencia del peso medio al sacrificio entre el grupo control (C) y el grupo Tratado (T).

€/cerdo. Se entiende que en el grupo T respecto al grupo C (Tabla 4).

### CONCLUSIÓN

La respuesta de los animales enfermos a unas dietas más ricas en aminoácidos y energía es clara, dando como resultado una mejora en el crecimiento y recuperación de estos. Sin embargo, el balance económico teniendo en cuenta solamente el factor de correlación ingestión de pienso/carne resulta en negativo, pero habría que incorporar en el estudio económico otros factores como son los costes estructurales, aprovechamiento de las plazas de cebo, costes financieros, etc. Estos otros factores se ven diluidos por el incremento de los kilos de carne vendidos y que por lo tanto pueden cambiar el signo del resultado económico. No obstante, de este trabajo puede deducirse que este tipo de tratamiento, a pesar de ser eficaz productivamente es dependiente del precio de las materias primas y del cerdo. ■

### BIBLIOGRAFÍA

- Escobar J, Van Alstine WG, Baker DH, Johnson RW (2004). Decreased protein accretion in pigs with viral and bacterial pneumonia is associated with increased myostatin expression in muscle. *The Journal of nutrition*, 134(11), 3047-53.
- Goodband B, Tokach M, Dritz S, DeRouchey J, Woodworth J (2014). Practical starter pig amino acid requirements in relation to immunity, gut health, and growth performance. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 5(1), 1-11.
- Johnson RW, Escobar J (2011). Immune System: Nutrition Effects. In *Encyclopedia of Animal Science*, Second Edition (pp. 639-41).
- Johnson RW, Escobar J, Webel DM (2000). Nutrition and immunology of swine. In *Swine nutrition* (pp. 565-582). CRC Press.
- Le Floch N, Melchior D, Obled C (2004). Modifications of protein and amino acid metabolism during inflammation and immune system activation. *Livestock Production Science*, 87(1), 37-45.
- Williams NH, Stahly TS, Zimmerman DR (1997). Effect of level of chronic immune system activation on the growth and dietary lysine needs of pigs fed from 6 to 112 kg. *Journal of Animal Science*, Volume 75, Issue 9, September 1997, (pp 2481-96).

BALANCE ECONÓMICO		
	Grupo Control (C)	Grupo Tratado (T)
Nº de cerdos	2.864	2.680
Mortalidad (%)	15,8 %	10 %
Peso vivo medio a sacrificio (Kg)	101 Kg	110 Kg
Consumo de pienso medio por cerdo (Kg)	86,60 Kg	140 Kg
Precio medio del pienso (€/tn)	332 €/tn	398 €/tn
Coste por cerdo referido a la alimentación (€)	28,81 €	55,72 €
Precio medio cobrado (€)	1,194 €/Kg – 120,59 €/cerdo	1,265 €/Kg – 139,15 €/cerdo
Beneficio referido a la alimentación (€)	91,78 €/cerdo	83,43 €/cerdo

**Tabla 4.** Balance económico entre el grupo control (C) y el grupo Tratado (T).