

EFFECTO DE LA L-CARNITINA SOBRE LOS RESULTADOS TECNICOS DE LECHONES DESTETADOS

THE EFFECT OF L-CARNITINE ON TECHNICAL RESULTS OF WEANING PIG

Daza Andrada, A., M. González Gutiérrez-Barquín y J.F. Gálvez Morros

Departamento de Producción Animal. E.T.S. de Ingenieros Agrónomos. Ciudad Universitaria. 28040 Madrid.

Palabras clave adicionales

Crecimiento. Consumo. Cerdo. Aditivo.

Additional keywords

Growth. Consumption. Pig. Additive.

RESUMEN

Se han utilizado 84 lechones Dalland, 42 machos y 42 hembras, destetados a las 4 semanas de edad con un peso medio de 6,88 kg.

Bajo un diseño de tipo factorial (2 sexos x 3 tratamientos) con dos repeticiones por sexo y tratamiento los lechones recibieron una dieta base constituida por trigo-cebada y harina de soja que incluía 0, 25 ó 50 mg de L-carnitina /kg de pienso. El periodo experimental finalizó a los 62 días de edad cuando los lechones tenían un peso medio de 21,74 kg.

La ganancia media diaria y el índice de transformación del alimento han sido: 417, 440 y 452 g/día y 1,754, 1,769 y 1,660 kg/kg para los tratamientos 0, 25 y 50 mg de L-carnitina /kg en el pienso.

Ni el sexo ni el tratamiento han tenido un efecto estadísticamente significativo ($p > 0,05$) sobre la ganancia media diaria aunque el índice de transformación del alimento ha sido significativamente mejor en los machos que en las hembras (1,709 vs 1,747) y en los animales que consumían pienso con 50 mg de L-carnitina por kg.

El peso inicial de los lechones ha influido significativamente ($p < 0,0001$) en la velocidad de crecimiento.

Para el índice de transformación la interacción

sexo x tratamiento ha resultado significativa. Los machos que ingerían pienso con 25 mg de L-carnitina/kg lograron mejor índice que las hembras (1,705 vs 1,833).

Se cuestiona la relación edad/peso de los lechones y la respuesta a la L-carnitina.

SUMMARY

84 Dalland piglets, 42 males and 42 females, weaned at 4 weeks of age and with an average weight of 6,88 kg were used.

A factorial model (2 sex and 3 treatments) and 2 replications by sex and treatment was used. Piglets were fed with wheat, barley and soy bean meal as a basal diet containing 0, 25 or 50 mg L-carnitine/kg until piglets were 62 days old and 21.74 kg of body weight.

Mean daily gain and feed conversion were 417, 440 and 452 g/day and 1.754, 1.769 and 1.660 kg/kg for 0, 25 and 50 mg L-carnitine/kg respectively.

Neither sex nor treatment had a statistically significant effect ($p > 0.05$) on the mean daily gain. Feed conversion in males has presented a significant

better value than females (1.709 vs 1.747) and animals were fed with concentrate containing 50 mg L-carnitine/kg either.

Initial weight had a significant influence on mean daily gain ($p < 0.0001$).

The interaction of sex and treatment was significant on feed conversion. Males which were fed with concentrate containing 25 mg L-carnitine/kg presented a lower value than females (1.705 vs 1.833).

Relationship between age-weight of piglets and L-carnitine response was questionable.

INTRODUCCION

Como otras vitaminas del grupo B la L-carnitina, (también denominada vitamina B₁₂) juega un importante papel en el metabolismo energético del hombre y de los animales de interés zootécnico.

Como un derivado de la carnitina la acil-carnitina-transferasa está involucrada en el transporte de ácidos grasos de cadena larga, a través de la membrana interna de las mitocondrias, donde tiene lugar la β oxidación, fenómeno evidenciado por diversos autores (Bremer, 1983; Rebouche y Paulson, 1986). También se ha señalado que la L-carnitina tiene otras funciones bioquímicas: estimula el transporte de ATP fuera de las mitocondrias; regula los procesos de glucogénesis y cetogénesis, ayuda a mantener una adecuada concentración de acetyl-CoA en las mitocondrias etc. (Baumgartner y Blum, 1993).

El contenido de L-carnitina en los alimentos vegetales es bajo. Sin embargo, en los alimentos de origen animal es mucho más elevado, destacando especialmente las harinas de carne, pescado y sangre, el calostro y la leche (Kerner *et al.*, 1984).

La síntesis de L-carnitina tiene lugar en el hígado y riñón siendo precursores de ella la metionina y la lisina. Aunque en los animales adultos la síntesis parece ser suficiente para cubrir las necesidades en los animales jóvenes que ingieren fundamentalmente alimentos vegetales, como el caso de los lechones recién destetados, esta síntesis puede ser insuficiente (Novack *et al.*, 1983). Por ello en este experimento se pretende estudiar si la inclusión en el pienso de L-carnitina sintética tiene algún efecto sobre los resultados técnicos de lechones recién destetados (ganancia media diaria e índice de transformación del alimento).

MATERIAL Y METODOS

Se han utilizado 84 lechones, 42 machos y 42 hembras, de padre común y de tipo genético Dalland procedentes de una explotación comercial de gran tamaño situada en la Comunidad de Madrid. Los lechones fueron destetados a los 28 días de edad e inmediatamente trasladados a una nave experimental de la E.T.S. de Ingenieros Agrónomos de Madrid con baterías elevadas divididas en corrales provistos de un comedero tolva lineal, bebedero de chupete y suelo metálico de rejilla. La nave dispone de ventilación dinámica por extracción de aire y de calefacción local de lámparas de rayos infrarrojos.

Los 84 animales se dividieron en 12 lotes de 7 lechones por lote, 6 lotes de machos y 6 de hembras, distribuyéndose al azar en la nave.

En el experimento se aplicaron los tres tratamientos alimenticios siguientes:

T₁: pienso testigo sin L-carnitina

EFFECTO DE LA CARNITINA EN LECHONES

Tabla I. Composición en materias primas del pienso utilizado. (Percentage composition of diet).

Materia Prima	p.100
Cebada	35,0
Trigo	38,7
Soja 44	18,1
Harina de pescado	4,4
Manteca	0,6
Sal	0,4
Fosfato bicálcico	1,0
Carbonato cálcico	0,4
Complemento lisina	0,4
Corrector	1,0
Total	100

exógena cuya composición en materias primas viene reflejada en la **tabla I**.

T_2 : pienso con análoga composición alimenticia pero incluyendo en el mismo, previa premezcla con la soja, L-carnitina a una concentración de 25 mg/kg (50 mg/kg de *Carniking*¹).

T_3 : idem T_2 pero con L-carnitina a una concentración de 50 mg/kg (100 mg/kg de *Carniking*).

El pienso utilizado tenía el 87,7 p.100 de materia seca, 3075 kcal de EM/kg, 18,7 p.100 de proteína bruta y el 1,28 p.100 de lisina.

Cada tratamiento se administró a 4 lotes de animales dos de machos y dos de hembras.

Los lechones fueron pesados individualmente en una balanza electrónica a los 28, 50 y 62 días observándose en todas las pesadas un periodo de ayuno previo de 16 horas.

El consumo de pienso se controló por

grupos mediante pesaje del mismo en una balanza de reloj que aprecia 50 gramos.

Diariamente se observaba la posible aparición de diarreas y el estado general de los animales. Permanentemente los lechones disponían de pienso a libre disposición suministrado en forma de gránulo. Durante el experimento la temperatura ambiental fue de 22 °C - 25 °C y la densidad de población de 3 lechones/m².

Con los datos de ganancia media diaria y de índice de transformación del alimento obtenidos, hemos realizado un análisis de covarianza de estructura:

$$Y_{i,j,k} = \mu + S_i + T_j + (S \times T)_{ij} + aP + \epsilon_{i,j,k}$$

en donde:

$Y_{i,j,k}$ = datos observados

μ = media general

S_i = efecto fijo sexo del lechón $i = 1, 2$

T_j = efecto fijo tratamiento $j = 1, 2, 3$

$(S \times T)_{ij}$ = interacción sexo x tratamiento

a = coeficiente de regresión parcial entre P e Y

P = covariable peso inicial del lechón

$\epsilon_{i,j,k}$ = error residual

El estudio de las respuestas a la L-carnitina en lo que concierne a ganancia media diaria e índice de transformación del alimento se ha llevado a cabo mediante polinomios ortogonales. Los análisis se han efectuado mediante el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS.

RESULTADOS

En la **tabla II** vienen reflejadas las medias de los pesos en ayunas iniciales y finales según sexo y tratamiento. En el

¹Lonza L.T.D.

Tabla II. Pesos en ayunas iniciales, intermedios y finales de los lechones según sexo y tratamiento (kg). (Initial, halfway and final fasting weight of the piglets by sex and treatment).

Sexo	Tratamiento	Pesos (kg)*		
		Inicial ¹	Intermedio ²	Final ³
Machos (41)	T ₁ (14)	6,89 ± 1,13	13,91 ± 2,58	20,52 ± 3,95
	T ₂ (14)	7,35 ± 1,30	15,01 ± 3,20	22,71 ± 5,29
	T ₃ (13)	7,72 ± 1,50	15,65 ± 2,26	23,78 ± 3,55
Hembras (41)	T ₁ (14)	6,66 ± 1,10	14,23 ± 2,31	21,12 ± 3,18
	T ₂ (14)	5,55 ± 1,10	12,71 ± 2,20	18,96 ± 2,96
	T ₃ (13)	7,11 ± 1,14	15,38 ± 2,56	23,36 ± 4,15

¹ 28 días de edad;²50 días de edad;³ 62 días de edad; *Medias ± desviación típica; () = número de animales

tratamiento T₃ murieron dos lechones al principio del experimento, un macho y una hembra, debido a su escasa vitalidad y al estrés del destete y del transporte.

Según los resultados expuestos en la **tabla III** ni el sexo ni el tratamiento han tenido un efecto estadísticamente significativo ($p > 0,05$) sobre la ganancia media diaria de peso en los tres periodos de desarrollo estudiados: 6,88 - 14,48 kg; 14,48 - 21,74 kg y 6,88 - 21,74 kg no habiendo resultado significativa la interacción sexo x tratamiento.

A pesar de que el sexo y el tratamiento no han tenido un efecto estadísticamente significativo sobre la ganancia media diaria cabe señalar que, en la totalidad del periodo experimental, las hembras crecieron 27 g/día más que los machos y los animales que ingirieron pienso con 25 y 50 mg de L-carnitina ganaron 23 y 35 g/día respectivamente más que los testigos.

La covariable peso inicial introducida en el modelo de análisis de covarianza ha sido significativa ($p < 0,001$) habiéndose obtenido, en el periodo total de

Tabla III. Velocidad de crecimiento* de los lechones según sexo, tratamiento e interacción sexo x tratamiento. (Piglets mean daily gain by sex, treatment and interaction sex x treatment).

	Periodo (kg)		
	6,88-14,48	14,48-21,74	6,88-21,74
Sexo			
Machos	330 ± 11 ^a	609 ± 18 ^a	423 ± 12 ^a
Hembras	360 ± 11 ^a	600 ± 18 ^a	450 ± 12 ^a
Tratamiento			
T ₁	334 ± 13 ^a	577 ± 22 ^a	417 ± 14 ^a
T ₂	349 ± 13 ^a	603 ± 22 ^a	440 ± 15 ^a
T ₃	352 ± 14 ^a	633 ± 23 ^a	452 ± 15 ^a
Interacción			
M x T ₁	317 ± 19 ^a	572 ± 31 ^a	400 ± 20 ^a
M x T ₂	336 ± 19 ^a	621 ± 31 ^a	432 ± 21 ^{ab}
M x T ₃	336 ± 20 ^a	634 ± 33 ^a	438 ± 22 ^{ab}
H x T ₁	350 ± 19 ^a	582 ± 31 ^a	433 ± 20 ^{ab}
H x T ₂	363 ± 21 ^a	585 ± 32 ^a	449 ± 20 ^{ab}
H x T ₃	368 ± 20 ^a	631 ± 33 ^a	467 ± 21 ^b

Por columnas y según factor de variación medias con distintos índices difieren $p < 0,03$. Regresión: sexo $p > 0,7$; Lineal $p > 0,38$; Cuadrática $p > 0,68$; *Ganancia media diaria (g/día).

EFFECTO DE LA CARNITINA EN LECHONES

desarrollo, un coeficiente de regresión parcial entre el peso inicial y la ganancia media diaria de $\alpha = 0,040$. El estudio de la respuesta mediante polinomios ortogonales (**tabla III**) no ha encontrado una regresión lineal o cuadrática significativas entre ganancia media diaria y las dosis crecientes de L-carnitina.

Sin embargo, en lo que concierne al índice de transformación del alimento según se desprende de los resultados del análisis de la covarianza realizado (**tabla IV**), el sexo, el tratamiento y la interacción sexo x tratamiento, han tenido un efecto estadísticamente significativo ($p < 0,01$) sobre la citada variable. Los machos lograron un índice global inferior al de las hembras y los animales que consumieron pienso con 50 mg de L-carnitina/kg, mejoraron su índice respecto a los testigos y a los que ingirieron pienso con 25 mg de L-carnitina/kg, cualquiera que sea la fase de desarrollo que se considere. Cuando se estudió la interacción sexo x tratamiento considerando la totalidad del periodo experimental, el índice para el tratamiento 25 mg de L-carnitina/kg fue mejor en los machos que en las hembras no observándose diferencias intersexos para los testigos ni para el tratamiento 50 mg de L-carnitina/kg (**tabla IV**).

Se ha encontrado una regresión significativa ($p < 0,0001$) lineal en los machos y cuadrática en las hembras, entre el índice de transformación del alimento y las dosis crecientes de L-carnitina.

DISCUSION

En lo que respecta al efecto del sexo sobre la ganancia diaria de peso los resultados obtenidos no son sorprendentes ya que se admite generalmente que en

Tabla IV. Índices de transformación del alimento según sexo, tratamiento e interacción sexo x tratamiento. (Feed conversion by sex, treatment and interaction sex x treatment).

	IT ₁ kg/kg	IT ₂ kg/kg	IT kg/kg
Sexo			
Machos	1,640 ^a	1,777 ^a	1,709 ^a
Hembras	1,571 ^b	1,949 ^b	1,747 ^b
Tratamiento			
T ₁	1,630 ^a	1,884 ^a	1,754 ^a
T ₂	1,648 ^a	1,909 ^a	1,769 ^a
T ₃	1,539 ^b	1,796 ^b	1,660 ^b
Interacción sexo x tratamiento			
Machos - T ₁	1,649 ^{ac}	1,879 ^a	1,765 ^a
Machos - T ₂	1,679 ^c	1,725 ^c	1,705 ^d
Machos - T ₃	1,593 ^d	1,728 ^{cd}	1,658 ^c
Hembras - T ₁	1,610 ^{ad}	1,889 ^a	1,744 ^a
Hembras - T ₂	1,617 ^d	2,094 ^b	1,833 ^b
Hembras - T ₃	1,485 ^b	1,864 ^a	1,663 ^c

IT₁, IT₂, IT= índices de transformación para los periodos 6,88-14,48 kg; 14,48 - 21,74 kg; y 6,88 - 21,74 kg respectivamente. En la misma columna y dentro de cada factor de variación las medias con distinto índice difieren ($p < 0,01$).

Regresión: Sexo $p < 0,0011$, Machos: Lineal $p < 0,0001$, Hembras: Cuadrática $p < 0,0001$.

cerdos jóvenes la velocidad de crecimiento del tejido magro es prácticamente similar en machos y hembras (Campbell *et al.* 1983; English *et al.* 1988).

En nuestro experimento la utilización del alimento en los machos se mejora respecto a las hembras debido al empeoramiento del índice de transformación en este sexo entre 14,48 - 21,74 kg periodo durante en el cual probablemente, al final del mismo, comenzaron a sintetizar grasa con mayor rapidez que los machos.

Debido al bajo nivel de L-carnitina de los alimentos de origen vegetal (Kerner *et al.* 1984) y a la biosíntesis reducida de la misma por los animales jóvenes (Borum, 1981) cabía pensar que la adición de L-carnitina a la dieta mejoraría ostensiblemente los resultados técnicos de los lechones en el periodo postdestete. Sin embargo, en nuestro experimento sólo el tratamiento T₃ (50 mg de L-carnitina/kg) ha logrado un ligero incremento, no significativo, de la ganancia media diaria y ha mejorado el índice de transformación del alimento. En los trabajos realizados por Weeden *et al.* (1990 y 1991) donde se destetaban a los lechones a las tres semanas se concluyó con unos resultados que presentan algunas analogías con los nuestros.

En los dos experimentos por Weeden *et al.* (1990 y 1991) no se consiguió mejorar significativamente la ganancia diaria ni el índice de transformación del alimento en las dos primeras semanas postdestete a pesar de incrementarse los niveles de carnitina libre en el plasma. En cambio en uno de ellos, la velocidad de crecimiento tendía a aumentar entre la tercera y quinta semana postdestete y en ambos se disminuía significativamente en dos décimas de punto el índice de transformación durante este periodo, siendo los niveles de L-carnitina en el pienso de 250 y 500 p.p.m. En uno de los trabajos (Weeden *et al.* 1991) se evidenciaba además una reducción significativa del contenido graso de la canal de los lechones.

Añadiendo L-carnitina (30 mg/kg) a una dieta base de trigo, cebada y harina de soja, sin promotores del crecimiento, Schone y Ludke (1991) observaron una mejora del índice de transformación y

una disminución de la incidencia de diarreas en lechones destetados a los 37-41 días con 7,5-9 kg de peso aunque no lograron incrementar significativamente la ganancia media diaria durante la fase de postdestete. Sin embargo en nuestro trabajo, con una dieta base parecida que incluía 25 mg/kg de L-carnitina, no se han mejorado significativamente ni la velocidad de crecimiento ni el índice de transformación del alimento a pesar de que nuestro experimento lo iniciamos con lechones más jóvenes y de peso más bajo.

En un trabajo reciente de Hoffman *et al.* (1993) en el que se añadió L-carnitina a dietas con niveles diferentes de aceite de soja consumidas por lechones desde los 3 a los 21 días (800 p.p.m. de L-carnitina) y desde los 21 días a los 63 días (750 p.p.m. de L-carnitina) no se observó ninguna mejora de la ganancia diaria, transformación del alimento, utilización de la energía metabolizable y retención de nitrógeno en ninguno de los periodos de edad considerados. Tales resultados concuerdan con los nuestros en lo que a velocidad de crecimiento se refiere pero son discordantes respecto al índice de transformación del alimento.

Teóricamente la respuesta a la L-carnitina debería ser mayor en las primeras semanas postdestete pero esto no se ha puesto de manifiesto en los experimentos de Weeden *et al.* (1990, 1991) Hoffman *et al.* (1993) ni en el nuestro aunque, no faltan trabajos que han encontrado mediante la inclusión de L-carnitina en el pienso una mejora significativa de los índices técnicos de cerdos en la fase de cebo aumentando la ganancia diaria en un 12,7 p.100 y disminuyendo el índice de transformación del pienso en

EFFECTO DE LA CARNITINA EN LECHONES

un 11,3 p.100 (Bigler, 1993).

CONCLUSIONES

- La inclusión de L-carnitina a dosis de 50 mg/kg en una dieta base trigo-cebada-soja mejora el índice de transformación y no afecta significativamente a la ganancia diaria.

- La relación entre edad/peso de los lechones y la respuesta a la L-carnitina es un aspecto cuestionable así como el efecto que puede tener sobre tal respuesta el

nivel energético y el contenido de grasa de la dieta ya que, dado el papel biológico de la L-carnitina, es factible pensar que su efecto sería mayor incluyéndola en dietas muy energéticas ricas en aceites vegetales, fuentes importantes de ácidos grasos de cadena larga.

AGRADECIMIENTOS

A LONZA LTD Basilea (Suiza) promotora del experimento y suministradora del producto.

BIBLIOGRAFIA

- Baumgartner, M., R. Blum. 1993.** L-carnitine in animal nutrition. Lonza Ltd Munchensteinerstrasse, 38 CH-4002 Basel 16 pp.
- Bigler, H.J. 1993.** L-carnitine an der Schlachtviehausstellung Langenthal 1993. *Mitteilungsblatt K Kunath* 64: 5.
- Bremer, J. 1983.** Carnitine-Metabolism and functions. *Physiol. Rev.* 63: 1420.
- Borum, P.R. 1981.** Possible carnitine requirement of the newborn and the effect of genetic disease on the carnitine requirement. *Nutr. Rev.* 39: 385.
- Campbell, R.G., M.R. Taverner, D.M. Curic. 1983.** The influence of feeding level from 20 to 45 kg liveweight on the performance and body composition of female and entire male pig. *Anim. Prod.* 36: 193-199.
- English, P.R., V.R. Fowler, S. Baxter, B. Smith. 1988.** The growing and finishing pig. Ed Farming Press 555 pp.
- Kerner, J., J.A. Froseth, E.R. Miller, L.L. Bieber. 1984.** A study of the acylcarnitine content of sows calostrum, milk and new born piglet tissues: Demonstration of high amounts of iso-valeryl-carnitine in calostrum and milk. *An. J. Nutr.* 114: 854-861.
- Hoffman, L.A., D.J. Ivers, M.R. Ellersieck, T.L. Veum. 1983.** The effect of L-carnitine and soybean oil on performance and nitrogen and energy utilization by neonatal and young pig. *J. Anim. Sci.* 71: 132-138.
- Novack, M., E.F. Monkus, M. Buch, H. Lesmes, J. Silverio. 1983.** The effect of a L-carnitine supplemented soybean formula on the plasma lipids of infants. *Acta Chir. Scand. Supp.* 517: 149.
- Rebouche, C.J., D. Paulson. 1986.** Carnitine metabolism and functions in humans. *Ann. Rev. Nutr.* 6: 41.
- Schöne, F., H. Lüdke. 1991.** Einsatz von L-Carnitin bei Absetzferkeln. In Vitamine und weitere Zusatzstoffe bei Mensch und Tier. 3. Symposium, Jena 26/27 September 1991. (Ed. by Flachocusky, G. Shone, F.; Henning, A.J.) Universität Friedrich-Schiller. Jena. Germany, 429-432.

DAZA, GONZALEZ Y GALVEZ

Weeden, T.L., J.L. Nelssen, R.H. Hines, D.F. Li, J.A. Swanson. 1990. The effect of L-carnitine on the utilization of soybean oil fed to early weaned pigs. *J. Anim. Sci.* 68 (Suppl 1) 374 (Abstr).

Weeden, T.L., J.L. Nelssen, J.A. Hansen, G.E. Fitzner, R.D. Goodband. 1991. The effect of L-carnitine on starter pig performance and carcass composition. *J. Anim. Sci.* 69 (Suppl 1) 105 (Abstr).

Recibido 16-12-93. Aceptado: 20-12-94.

Archivos de zootecnia vol. 43, núm. 163, p. 214.