

AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

v.4, n.4, p.472-478, out.-dez., 2009

Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br

Protocolo 525 - 17/03/2009 • Aprovado em 08/09/2009

Valentino Arnaiz¹

Andréa M. L. Ribeiro²

Alexandre M. Kessler²

Marcos Raber²

Sioji Kuana³

Efecto del peso al destete, temperatura ambiental y energía metabolizable del pienso en lechones recién destetados

RESUMEN

Se evaluó el efecto del peso al destete (PD) ($4,0 \pm 0,7$ kg y $6,3 \pm 0,6$ kg), temperatura ambiental (TA) ($29 \pm 1,7^\circ\text{C}$ y $25 \pm 1,3^\circ\text{C}$), y nivel de energía metabolizable del pienso (EMP) (3250, 3400, 3550 o 3700 kcal EM/kg) sobre el desempeño, digestibilidad de los nutrientes, metabolizabilidad de la energía bruta (MEB) y retención de nitrógeno (CRN), en lechones destetados. De 1 a 14 días post destete (pd), fueron utilizados 64 lechones de linaje comercial, en una jaula/dupla metabólica. De 15 a 28 días pd, permanecieron 32 animales. En el período total, la conversión alimenticia (CA) presentó interacción entre PD y EMP resultando en mejor CA en lechones pesados en respuesta al incremento de EMP. Lechones leves presentaron mayor CA y menor ganancia de peso (GP) y consumo de pienso (CP). La TA 25°C propició una mejor GP y mayor CP. Los niveles de energía no fueron significativos para ninguna de las respuestas de desempeño evaluadas. Para el período total se presentó un aumento lineal de la digestibilidad aparente de la materia seca, proteína bruta, energía bruta, grasa bruta, del CRN y de la MEB en respuesta al incremento de la EMP. En TA 25°C todos los parámetros de metabolismo evaluados fueron menores que en TA 29°C . No hubo efecto del PD en el estudio de metabolismo.

Palabras-clave: alimentación, cerdos, destete, energía, metabolismo

Effect of weaning weight, environmental temperature and dietary energy level in newly-weaned piglets

ABSTRACT

This research was developed to evaluate the effect of weaning weight (WW) (4.0 ± 0.7 kg and 6.3 ± 0.6 kg), environmental temperature (ET) ($29 \pm 1.74^\circ\text{C}$ and $25 \pm 1.30^\circ\text{C}$) and dietary ME level (DME) (3250, 3400, 3550 or 3700 kcal of ME/kg) on performance, digestibility of nutrients, gross energy metabolizability (GEM) and nitrogen retention (NR) for newly-weaned piglets. In the period, from 1 to 14 days after weaning, sixty four hybrid piglets were allotted on metabolic cages (two animals/cage) and in the period from 15 to 28 days after weaning, 32 piglets were kept individually housed in the same cage. In the total period, there was a significant interaction between WW and DME for feed: gain ratio (FGR) with the heavy piglets presenting better FGR in response to increase of DME. Piglets with lower weight had higher feed: gain ratio and weight gain and feed intake reduced. Piglets allotted in environment with 25°C showed greater WG and FI. There was no effect of DME on performance evaluated. In the total period, apparent digestibility of dry matter, crude protein, gross energy and crude fat, NR and GEM showed linear effect by increased of DME. In all metabolic parameters, the animals kept at 25°C of ET had lower values than the animals kept at 29°C . WW had no influence on metabolism of nutrients.

Key words: feeding, pigs, weaning, energy, metabolism

¹ Chemie S.A., Av. Prolongación Primavera, 120 Of., 304B, Santiago de Surco, Lima33, Lima-Perú.

Teléfono: (14) 372-0456. E-mail: varnaiz@chemiesa.com

² Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Av. Bento Gonçalves, 7712, CEP 91540-000, Porto Alegre/RS-Brasil. Fone: (51) 3308-7403. E-mail: aribeiro@ufrgs.br; akessler@ufrgs.br; marcosraber@yahoo.com.br

³ Oriente Comércio e Representações Ltda, Rua Pedro Andreazza, 55 - Edifício Adelaide, 6º Andar Centro, CEP 89560-000 - Videira/SC, Brasil. Fone: (49) 3533-1238. E-mail: oriente@formatto.com.br

INTRODUCCIÓN

Los especialistas y productores de cerdos saben que lechones más pesados al momento del destete crecen más rápido y alcanzan el peso a matadero en menor tiempo. Bartels (1999), estudiando la curva de crecimiento de lechones destetados a los 14 o 21 días, observó que la evolución del peso de los animales sufrió variaciones tanto con el peso al destete como con el número de días después del destete, siendo que los lechones más pesados presentaron una mayor ganancia de peso que los más leves. La ganancia de peso (y, en consecuencia, el consumo) en la primera semana después del destete, y el propio peso al destete son dos factores de efectos aditivos que explican el 80% de la variabilidad del peso a los 10 días post destete y el 34% de la misma a los 118 días de vida (Miller et al., Ilesley et al., 2003, citados por Tibble et al. 2007).

Con los avances en los sistemas de producción porcina, la evaluación constante de un medio ambiente adecuado es condición indispensable para que los animales puedan expresar su máximo desempeño productivo, asociado al bienestar. La gran variación de la temperatura ambiente encontrada en condiciones prácticas de crianza desmejora el desempeño del lechón como consecuencia de la posible aparición de trastornos fisiológicos y metabólicos que conllevan a la caída del consumo de pienso (Collin et al. 2001). Las condiciones ambientales que afectan la transferencia de calor afectarán también la forma en la cual la proteína y energía de la dieta serán utilizadas para propósitos productivos (Fialho & Tildford, 1991).

Desde hace muchos años hay evidencias de que el aumento de la temperatura ambiental mejora la digestibilidad de la energía de la dieta (Holmes, 1974). Sin embargo, su efecto sobre la digestibilidad de la proteína y retención de nitrógeno es aún poco claro. La capacidad del estómago del lechón destetado limita su consumo energético, lo que restringe su crecimiento (Batterham, 1994). A este respecto, diversos trabajos (Moita et al, 1996; Orensaya et al., 2008) precedentes evaluaron la hipótesis de que el aumento de la concentración energética del pienso estimula un mayor consumo energético y crecimiento post destete. Sin embargo, estos estudios no obtuvieron mejoría en la ganancia de peso con concentraciones energéticas elevadas (Moita et al, 1996; Orensaya et al., 2008). Las razones para esta falta de respuesta no se encuentran del todo esclarecidas.

Con base en lo expuesto, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto y las interacciones existentes entre la temperatura ambiental, el nivel energético del pienso y el peso al destete sobre el desempeño, retención de nitrógeno y digestibilidad de los nutrientes en lechones destetados alojados en jaulas metabólicas desde los 21 hasta los 49 días de edad.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue realizado en las instalaciones del Laboratorio de Enseñanza Zootécnica de la Universidad Federal

do Rio Grande do Sul (UFRGS), durante el año 2006. Fueron utilizados 64 lechones recién destetados (32 machos y 32 hembras) procedentes de linaje comercial, con edad entre 17-21 días, y clasificados según su peso al destete como leves ($4,0 \pm 0,7$ kg) y pesados ($6,3 \pm 0,6$ kg). Los lechones fueron alojados en 32 jaulas de metabolismo, semejantes al modelo descrito por Pekas (1968), asignadas igualmente en dos salas con temperatura controlada. Los períodos evaluados fueron: preinicial (PPI, 1-14 días post destete) e inicial (PIN, 15-28 días post destete). Los animales fueron alojados en duplas de ambos sexos por jaula durante el PPI (para favorecer la adaptación a las jaulas y optimizar el consumo de pienso en los días iniciales). Ya al comienzo del PIN todas las hembras fueron retiradas y los machos continuaron en el experimento, alojados individualmente. Los lechones recibieron agua y alimentación *ad libitum* durante todo el periodo experimental.

Las salas de alojamiento fueron condicionadas para permanecer en las siguientes temperaturas: I- temperatura ambiental (TA) de $29 \pm 1,7^\circ\text{C}$ y II: TA de $25 \pm 1,3^\circ\text{C}$. En el interior de cada sala fue instalado un termómetro de máxima y mínima, a la altura de las jaulas (Tabla 1).

Tabla 1. Variación de la temperatura máxima y mínima dentro de las salas por período experimental

Table 1. Maximum and minimum temperature variations inside the rooms per experimental period

Período	Preinicial		Inicial	
	I	II	I	II
Máxima	28±1,5	32±1,4	27±1,3	30±1,4
Mínima	23±1,9	28±2,7	23±1,8	27±2,1

Los lechones recibieron ración preinicial en los primeros 14 días y ración inicial en los 14 días subsiguientes, totalizando 28 días de período experimental. Fueron evaluados 16 tratamientos, en los cuales se relacionaron dos temperaturas ambientales, dos pesos al destete y cuatro niveles de energía metabolizable (EM) del pienso (I-3250, II-3400, III-3550 y IV-3700 kcal kg⁻¹).

La variación en el nivel de EM de las dietas tanto para PPI como para PIN fue realizada mediante la sustitución isoproteica de harina de soja micronizada por harina de soja + caulín (inerte), respetándose las necesidades nutricionales, excepto para energía, próximas a las recomendadas por Rostagno et al. (2005) para lechones destetados. La composición de las dietas experimentales se encuentra detallada en la Tabla 2.

Las heces y orina fueron colectadas diariamente y conservadas a -15°C . Las heces, al final de cada periodo experimental, fueron descongeladas y homogenizadas, retirándose una muestra de 400 g por repetición para análisis químicos. La orina por otro lado fue colectada en recipientes plásticos que contenían 5 mL de ácido sulfúrico a 98%, para evitar contaminación bacteriana y pérdidas de nitrógeno (N). Diariamente el volumen total de orina de cada animal fue filtrado, cuantificado y homogenizado, siendo una alícuota de 10% almacenada. Al final de cada período de colecta, la orina fue descongelada, homogenizada y retirada, siendo posteriormente

Tabla 2. Composición en ingredientes y nutrientes de las dietas experimentales**Table 2.** Ingredient and nutritional composition of the experimental diets

Ingrediente (%)	PPI	PPI	PPI	PPI	PIN	PIN	PIN	PIN
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Maíz molido	43,40	43,39	43,40	43,43	51,57	51,58	51,56	51,55
Mezcla Harina de Soja + Caulín ¹	26,50	17,67	8,80	0,000	27,50	18,20	9,30	0,00
Suero de leche	17,15	17,15	17,15	17,15	11,40	11,40	11,40	11,40
Soja Micronizada	0,00	8,80	17,67	26,40	0,00	9,30	18,20	27,50
Azúcar refinada de caña	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Gluten de maíz	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Fosfato bicálcico	1,18	1,22	1,25	1,29	1,25	1,25	1,28	1,28
Plasma porcino	4,00	4,00	4,00	4,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Carbonato de calcio	0,64	0,64	0,60	0,60	0,76	0,75	0,74	0,74
L- Lisina HCl	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,43
DL- Metionina	0,32	0,32	0,32	0,32	0,24	0,24	0,24	0,24
L- Treonina	0,16	0,16	0,16	0,16	0,13	0,13	0,13	0,13
L- Triptofano	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Premix mineral ²	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Premix vitamínico ³	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Sal	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Cloruro de Colina	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Óxido de zinc	0,40	0,40	0,40	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00
Acidificante	0,40	0,40	0,40	0,40	0,30	0,30	0,30	0,30
Aromatizante	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Nutrientes								
EM (kcal/kg)	3250	3400	3550	3700	3250	3400	3550	3700
Proteína bruta (%)	21,00	21,00	21,00	21,00	19,00	19,00	19,00	19,00
Grasa (%)	2,80	4,95	7,00	9,20	2,80	4,95	7,20	8,40
Calcio (%)	0,75	0,75	0,75	0,75	0,74	0,74	0,74	0,75
Fósforo disponible (%)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,43	0,43	0,43	0,43
Lisina total (%)	1,50	1,50	1,50	1,50	1,30	1,30	1,30	1,30
Metionina (%)	0,61	0,61	0,61	0,61	0,52	0,52	0,52	0,53

¹ Mezcla Harina de soja: inerte en proporción 89:11; ²Contenido kg⁻¹: Fe 80,000 mg,Cu 12,000 mg,Mn 70,000 mg,Zn 100,000 mg, I 1000 mg, Se 120 mg; ³ Contenido kg⁻¹: Vit. A 2.250,000 UI,vit. D3 450,000 UI, vit. E 4,500 UI, vit.K3 400mg, vit. B1 350 mg, vit.B2 1000 mg.; vit. B6 350 mg, vit. B12 4500 mcg, Niacina 7500 mg, Ác. Pantoténico 4000 mg, Ác. Fólico 100 mg, Biotina 25 mg; y Antioxidante 25,000 mg: PPI:dieta preinicial (1-14 días postdestete); PIN: dieta inicial (15-28 días post destete); Análisis realizados en el Laboratorio de Nutrición Animal del Departamento de Zootecnia de la UFRGS.

almacenada una muestra de 100 ml por repetición para los análisis de N.

Las muestras de alimento y de heces fueron sometidas a análisis de materia seca (MS), proteína bruta (PB), extracto etéreo o grasa bruta (EE o GB) y energía bruta (EB) (AOAC, 1993). En la orina fueron determinados los tenores de N y EB considerando el valor de 9,17 kcal g⁻¹ de N (Morgan et al., 1975).

Los lechones fueron pesados al inicio y a los 7, 14, 21 y 28 días del experimento. Se determinó por periodo experimental la ganancia de peso (GP), consumo de pienso (CP) y conversión alimenticia (CA). Los coeficientes de digestibilidad aparente de la materia seca (CDMS), de la energía bruta (CDEB), de proteína bruta (CDPB), de grasa bruta (CDGB) y los coeficientes de metabolizabilidad de la energía bruta (CMEB) y proteína bruta (CMPB), así como la energía digestible (ED) y metabolizable (EM) fueron calculados según las fórmulas desarrolladas por Matterson et al. (1965). Los coeficientes de retención de nitrógeno (CRN) fueron calculados según la fórmula descrita por Fialho & Tildford (1991).

El experimento fue conducido en delineamiento completamente al azar con arreglo factorial 2 x 2 x 4. Cada tratamiento tuvo dos repeticiones, siendo una repetición constituida por una jaula. El análisis de variancia fue realizado utilizándose el procedimiento GLM (SAS 1996) habiendo sido considerados los efectos principales e interacciones de cada uno de los tres factores evaluados. En presencia de una probabilidad significativa los promedios fueron comparados por el Test de LS

Means a 10% de significancia. En el caso del análisis de variancia significativa para los niveles de EM, la suma de cuadrados fue descompuesta en efectos lineal y cuadrático. En este caso, temperatura y peso al destete fueron usados como covariables en el modelo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el periodo preinicial se observó la existencia de una interacción (P<0,03) entre el peso al destete y la temperatura ambiente para la variable GP (Tabla 3). Los animales leves, alojados en TA 29°C, presentaron menor GP que los leves en TA 25°C (3,7 vs 4,7 kg período⁻¹, respectivamente), mientras que los lechones pesados no se diferenciaron entre sí en cuanto a la GP (ambos con 4,9 kg período⁻¹)

No hubo efecto de la temperatura ambiente en el CP y CA (P>0,10). En lo referente al factor peso al destete, éste influyó en la CA, la cual fue mejor en los lechones pesados (P<0,08), a pesar de no haber afectado el CP (P>0,10). Por otro lado, la concentración energética del pienso no afectó el desempeño (P>0,10). Tampoco hubo interacción entre los factores para las respuestas de CP y CA.

Para las variables de metabolismo no hubo interacción entre los factores evaluados (P>0,10). En cuanto a los efectos principales, el peso al destete no afectó ninguna de las respuestas (P>0,10), al contrario de la temperatura. Lechones criados en TA 29°C presentaron mejor CDPB, CDGB, CDEB,

Tabla 3. Datos promedio de desempeño y metabolismo de lechones con diferentes pesos al destete, temperaturas ambientales y niveles de energía en el pienso durante el período preinicial (1 a 14 días post destete)**Table 3.** Performance and metabolism data of piglets with different weaning weights, environmental temperatures and dietary energy levels, during pre-starter phase (1 to 14 days after weaning)

Variables	Energía Metabolizable (kcal kg ⁻¹) - EM				Temperatura - T		Peso al destete - PD		Probabilidad				CV
	3250	3400	3550	3700	25°C	29°C	Pesados	Leves	EM	T	P	T x P ⁸	%
No Lechones	16	16	16	16	32	32	32	32					
Desempeño ¹ Peso inicial,kg	5,3	5,1	5,2	5,1	5,4	4,9	6,3	3,9	-	-	-	-	-
Ganancia de peso,kg	4,5	4,7	4,8	4,3	4,8 ^a	4,3 ^b	4,9 ^a	4,2 ^b	ns	0,05	0,01	0,03	14,3
Consumo pienso kg	5,3	5,1	5,4	4,9	5,3	5,1	5,4	4,9	ns	ns	0,10	Ns	14,8
CA (kg kg ⁻¹)	1,19	1,10	1,13	1,15	1,10	1,20	1,10 ^a	1,17 ^b	ns	ns	0,08	Ns	14,9
Metabolismo CDPB,% ²	78,9	80,2	82,3	85,6	78,1 ^b	85,4 ^a	81,2	82,3	0,01	0,01	ns	Ns	4,9
CDGB,% ³	63,8	76,2	80,5	86,5	72,2 ^b	81,3 ^a	76,4	77,1	0,01	0,01	ns	Ns	8,9
CDEB,% ⁴	86,1	86,7	87,8	90,1	85,7 ^b	89,6 ^a	87,2	88,1	0,01	0,01	ns	Ns	2,8
CDMS,% ⁵	85,2	85,9	87,3	90,2	85,2 ^b	89,1 ^a	86,6	87,7	0,01	0,01	ns	Ns	3,3
CMEB,% ⁶	85,7	86,3	87,4	89,8	85,3 ^b	89,2 ^a	86,8	87,8	0,02	0,01	ns	Ns	2,8
CRN,% ⁷	73,7	74,7	77,3	80,7	72,9 ^b	80,3 ^a	75,3 ^b	77,9 ^a	0,02	0,01	ns	Ns	5,6
ED, kcal kg ⁻¹	3229	3421	3565	3732	3408 ^b	3566 ^a	3471	3503	0,01	0,01	ns	Ns	2,8
EM, kcal kg ⁻¹	3215	3406	3551	3717	3393 ^b	3551 ^a	3454	3491	0,01	0,01	ns	Ns	2,8

Medias con letras diferentes en la misma línea, para la misma variable, difieren entre sí por el Test de LS Means a 10%; ¹Valores individuales; ² Coeficiente de digestibilidad de la proteína bruta. Efecto lineal. (P<0,000) Y = 10,287 + 0,021*EM (r²= 0,67); ³ Coeficiente de digestibilidad de la grasa bruta. Efecto lineal. (P<0,000) Y = -81,74 + 0,046*EM (r²= 0,79); ⁴ Coeficiente de digestibilidad de la energía bruta. Efecto lineal. (P<0,000) Y = 43,677 + 0,013*EM (r²= 0,72); ⁵ Coeficiente de digestibilidad de la materia seca. Efecto lineal. (P<0,000) Y = 37,031 + 0,014*EM (r²= 0,75); ⁶ Coeficiente de metabolizabilidad de la energía bruta. Efecto lineal. (P<0,000) Y = 42,686 + 0,013*EM (r²= 0,71); ⁷ Coeficiente de retención de nitrógeno. Efecto lineal.(P<0,000) Y = 0,733 + 0,022*EM (r²= 0,72); ⁸ Las demás interacciones no fueron significativas.

CDMS, CMEB y CRN (P<0,01). Estos resultados se asemejan a lo reportado en la literatura para cerdos en crecimiento, teniendo mejoría en la digestibilidad de la MS y PB con el aumento de la temperatura ambiente de 17 para 29°C (Fialho & Tildford, 1991), esto a pesar de que dicha comparación involucra una temperatura mínima más baja que la usada en el presente experimento. La energía de la dieta, por otro lado, también afectó linealmente todos los parámetros de metabolismo. Los coeficientes aumentaron en respuesta al incremento de EMP. Se constató una buena capacidad de los lechones para digerir nutrientes, sobretodo siendo animales recién destetados, a pesar de la reportada deficiencia enzimática a esta edad (Gu & Li, 2003).

Durante el período inicial de 15 a 28 días (Tabla 4), no existió interacción entre ninguno de los factores. Sin embargo el peso al destete y la temperatura ambiente, en este

período influyeron significativamente en la GP y también en el CP (P<0,01). Los lechones más pesados ganaron más peso y comieron más que los leves. Asimismo, los animales alojados en TA 25°C consumieron más alimento y presentaron mayor GP. La CA no fue alterada ni por el PD ni por la TA (P>0,10). La misma CA obtenida en los lechones en diferentes ambientes evidencia que la variación observada en la GP ocurrió en función directa de la variación en el consumo de pienso y no en función de un aumento en la eficiencia de transformación de los nutrientes. Por otro lado el nivel de energía no tuvo efecto sobre el desempeño (P>0,10), estas observaciones ratifican los datos obtenidos por Moita et al. (1996), Beaulieu (2006) y Reis de Souza et al. (2000) los cuales observaron que la GP no mejoró con el incremento de la concentración energética de la dieta. Estas observaciones sugieren que el consumo de energía

Tabla 4. Datos promedio de desempeño y metabolismo de lechones con diferentes pesos al destete, temperaturas ambientales y niveles de energía en el pienso durante el período inicial (15 a 28 días post destete)**Table 4.** Performance and metabolism data of piglets with different weaning weights, environmental temperatures and dietary energy levels, during starter phase (15 to 28 days after weaning)

Variables	Energía Metabolizable (kcal kg ⁻¹) - EM				Temperatura - T		Peso al destete - PD		Probabilidad			CV
	8	8	8	8	25°C	29°C	Pesados	Leves	EM	T	P	%
No Lechones	8	8	8	8	16	16	16	16				
Desempeño ¹ Ganancia de peso,kg	7,1	7,0	7,8	7,7	7,8 ^a	6,9 ^b	8,0 ^a	6,7 ^b	ns	0,10	0,02	19,7
Consumo pienso kg	10,6	11,4	10,9	10,7	11,6 ^a	10,3 ^b	11,4 ^a	10,4 ^b	ns	0,01	0,01	8,6
CA (kg kg ⁻¹)	1,50	1,63	1,40	1,40	1,49	1,49	1,43	1,55	ns	ns	ns	15,9
Metabolismo CDPB,% ²	84,7	85,5	88,4	88,5	84,4 ^b	89,1 ^a	85,9	87,7	ns	0,01	ns	5,1
CDGB,% ³	68,7 ^c	78,1 ^c	85,6	89,3	77,6 ^b	83,7 ^a	80,2	80,7	0,01	0,01	ns	7,1
CDEB,% ⁴	88,3	89,7	91,3	91,9	88,7 ^b	91,9 ^a	89,8	90,9	0,05	0,01	ns	3,1
CDMS,% ⁵	86,2 ^c	87,7 ^c	90,4	91,4	87,0 ^b	90,9 ^a	89,6	88,3	0,01	0,01	ns	3,6
CMEB,% ⁶	87,6	88,9	90,6	91,3	88,1 ^b	91,1 ^a	89,0	90,2	0,06	0,01	ns	3,1
CRN,% ⁷	74,4	76,0	77,0	78,9	74,8 ^b	78,4 ^a	75,2 ^b	77,9 ^a	ns	0,04	0,09	5,7
ED, kcal kg ⁻¹	3308	3478 ^c	3692	3897	3533 ^b	3655 ^a	3572	3616	0,01	0,01	ns	2,9
EM, kcal kg ⁻¹	3278	3452 ^c	3661	3870	3506 ^b	3624 ^a	3542	3588	0,01	0,01	ns	2,9

Medias con letras diferentes en la misma línea, para la misma variable, difieren entre sí por el Test de LS Means (<0,10); ¹Valores individuales; ² Digestibilidad de la proteína bruta. Efecto lineal. (P<0,001) Y = 35,858 + 0,014*EM (r²= 0,51); ³ Digestibilidad de la grasa bruta. Efecto lineal. (P<0,001) Y = -51,533 + 0,037*EM (r²= 0,86); ⁴ Digestibilidad de la energía bruta. Efecto lineal.(P<0,001) Y = 52,362 + 0,011*EM (r²= 0,62); ⁵ Digestibilidad de la materia seca. Efecto lineal. (P<0,001) Y = 40,416 + 0,014*EM (r²= 0,69); ⁶ Metabolizabilidad de la energía bruta. Efecto lineal. (P<0,001) Y = 51,341 + 0,011*EM (r²= 0,64); ⁷ Retención de nitrógeno. Efecto lineal.(P<0,001) Y = 29,712 + 0,013*EM (r²= 0,45)

en dietas con menor densidad energética no estaría limitando el desempeño de los animales.

Así como ocurrió en el período anterior, no hubo efecto del peso al destete sobre las respuestas de metabolismo ($P>0,10$), con excepción del CRN que fue mayor en los lechones leves ($P<0,09$). La temperatura continuó mostrando efecto. Los lechones alojados en TA 29°C mantuvieron mejores coeficientes de digestibilidad, de metabolizabilidad y de retención de N. El nivel energético también afectó lineal y positivamente las respuestas de metabolismo, con excepción del CDPB y del CRN que no fueron afectados.

Los mayores valores de digestibilidad de todos los nutrientes encontrados en el PIN cuando son comparados con los valores encontrados en el PPI son congruentes con el mayor desarrollo de la capacidad enzimática del lechón, con el avance de su edad (Bertol et al. 2000). En el caso específico del PPI, el incremento de soja micronizada, más digestible que la harina de soja, confundiendo con el aumento de la EM del pienso, puede haber afectado positivamente el CDPB. Sin embargo, en el PIN no se presentó esta ventaja, probablemente debido a la mayor madurez del tracto gastrointestinal de los lechones, ya acostumbrados a consumir pienso sólido como única fuente de alimentación además de tener edad para ser más capaces de digerir la harina de soja.

Los datos de desempeño durante el período total (28 días), muestran que para la CA (Tabla 5) hubo una interacción significativa entre peso al destete y niveles de energía ($P<0,06$), verificándose mejor CA en el nivel más alto de energía, para los lechones pesados comparados a los leves (1,18 x 1,48 respectivamente). Esta mejoría en la CA no se encuentra asociada a una mejor tasa de crecimiento en respuesta a los mayores niveles de energía, una vez que no se observó efecto

para energía y sí, probablemente, al aumento de la digestibilidad aparente de los nutrientes encontrado con el aumento de la EM de la dieta.

La GP observada en el presente estudio, para el período total fue de 390 g d⁻¹ y 462 g d⁻¹, respectivamente, para los lechones leves y pesados. Estos datos se encuentran dentro de intervalos considerados normales (Van Lumen & Cole, 1998). Por otro lado, estos mismos autores reportan un consumo de pienso diario similar al observado en el presente trabajo (549 e 600 g d⁻¹ para los animales leves y pesados, respectivamente).

En lo que respecta a los datos de metabolismo, como ocurrió en cada período, no se encontró interacción entre los factores ($P<0,10$). También el peso al destete no tuvo efecto sobre ninguna de las variables de metabolismo evaluadas ($P>0,10$). La temperatura ambiente, sin embargo, afectó todas las variables, como ya había sido observado en los dos periodos, con mejores parámetros para los lechones criados en la TA 29°C.

En la TA 25°C se observó que la MS de las heces de los lechones fue significativamente menor (40,9% vs. 47,2%, $P<0,01$). El mayor contenido de humedad en las heces producidas por estos animales y también el mayor consumo de pienso por parte de los mismos, puede haber aumentado la tasa de pasaje de la digesta en el intestino, perjudicando la absorción de los nutrientes, lo que explica en parte la disminución de los coeficientes de metabolismo encontrados a esta temperatura. Se especula que puede existir una reducción en el tiempo de retención de la digesta en temperaturas ambientales menores, siendo así, la efectividad en la digestión de los nutrientes y su absorción puede verse reducida debido tanto al menor tiempo de exposición a las enzimas digestivas como al área de absorción.

Tabla 5. Datos promedio de desempeño y metabolismo de lechones con diferentes pesos al destete, temperaturas ambientales y niveles de energía en el pienso durante el período total (1 a 28 días post destete)

Table 5. Performance and metabolism data of piglets with different weaning weights, environmental temperatures and dietary energy levels, during total period (1 to 28 days after weaning)

Variables	Energía Metabolizable (kcal kg ⁻¹)				Temperatura - T		Peso al destete - PD		Probabilidad				CV %
					25°C	29°C	Pesados	Leves	EM	T	P	PxEM ⁹	
No Lechones	8	8	8	8	16	16	16	16					
Desempeño Ganancia de peso,kg	11,6	11,6	12,6	11,9	12,6 ^a	11,3 ^b	12,9 ^a	10,9 ^b	ns	0,03	0,01	ns	13,3
Consumo pienso, kg	15,9	16,6	16,3	15,6	16,8 ^a	15,4 ^b	16,8 ^a	15,4 ^b	ns	0,01	0,01	ns	8,1
CA (kg/kg)	1,38	1,44	1,30	1,32	1,34	1,37	1,31 ^b	1,42 ^a	ns	ns	0,01	0,06	9,3
(N consumido, g)	506,9	516,6	501,5	481,8	524,1 ^a	479,4 ^b	524,1 ^a	479,4 ^b	ns	0,01	0,01	ns	7,9
N heces, g ¹	88,7 ^a	84,3 ^a	69,0 ^b	60,7 ^b	93,1 ^a	58,3 ^b	82,9 ^a	68,5 ^b	0,07	0,01	0,08	ns	28,5
N orina, g	43,0	42,6	46,4	38,4	42,7	42,5	47,3 ^a	37,9 ^b	ns	ns	0,08	ns	23,3
GB consumida,g ²	489,5 ^d	783,9 ^c	1026,4 ^b	1337,5 ^a	951,3 ^a	867,3 ^b	945,6 ^a	873,1 ^b	0,01	0,01	0,01	ns	8,2
GB heces, g	161,2	176,7	163,8	154,0	197,4 ^a	130,5 ^b	174,9 ^a	152,9 ^b	ns	0,01	0,07	ns	19,5
Consumo total EM , kcal	51627 ^b	56921 ^{ab}	58778 ^a	59186 ^a	57960 ^a	55255 ^b	58766 ^a	54516 ^b	0,03	ns	0,02	ns	8,6
Metabolismo													
CDPB,% ³	81,8	82,3	85,3	87,1	81,2 ^b	87,3 ^a	83,5	84,9	0,06	0,01	ns	ns	4,6
CDGB,% ⁴	66,2	77,1	83,1	87,9	74,7 ^b	82,5 ^a	78,3	78,9	0,01	0,01	ns	ns	6,3
CDEB,% ⁵	87,2	88,2	89,6	91,0	87,2 ^b	90,8 ^a	88,5	89,5	0,02	0,01	ns	ns	2,5
CDMS,% ⁶	85,7	86,9	88,3	90,8	86,1 ^b	89,9 ^a	87,4	88,7	0,01	0,01	ns	ns	3,0
CMEB,% ⁷	86,6	87,7	88,9	90,5	86,7 ^a	90,2 ^b	87,9	88,9	0,02	0,01	ns	ns	2,6
CRN, % ⁸	74,2	75,6	77,3	79,6	79,1 ^a	74,2 ^b	75,3	78,0	0,09	0,01	0,07	ns	5,3
ED	3269	3450	3629	3814	3471 ^b	3610 ^a	3521	3559	0,01	0,01	ns	ns	2,5
EM, kcal kg ⁻¹	3247	3429	3606	3794	3450 ^b	3588 ^a	3498	3540	0,01	0,01	ns	ns	2,5

Medias con letras diferentes en la misma línea, para la misma variable, difieren entre sí por el Test de LS Means a 10%; ¹ Efecto lineal. ($P<0,001$) $Y = 388,756 - 0,089 \cdot EM$ ($r^2 = 0,52$); ² Efecto lineal. ($P<0,009$) $Y = 3226,055 + 1,175 \cdot EM$ ($r^2 = 0,68$); ³ Efecto lineal ($P<0,001$) $Y = 28,145 + 0,0016 \cdot EM$ ($r^2 = 0,59$); ⁴ Efecto lineal ($P<0,001$) $Y = -66,62 + 0,041 \cdot EM$ ($r^2 = 0,87$); ⁵ Efecto lineal ($P<0,001$) $Y = 52,023 + 0,011 \cdot EM$ ($r^2 = 0,68$); ⁶ Efecto lineal. ($P<0,001$) $Y = 42,127 + 0,013 \cdot EM$ ($r^2 = 0,73$); ⁷ Efecto lineal. ($P<0,001$) $Y = 50,939 + 0,011 \cdot EM$ ($r^2 = 0,69$); ⁸ Efecto lineal ($P<0,001$) $Y = 22,418 + 0,015 \cdot EM$ ($r^2 = 0,54$); ⁹ Las demás interacciones no fueron significativas.

La menor digestibilidad de la proteína y retención de nitrógeno encontrada en la TA 25°C ($P < 0,01$) se encuentra de acuerdo con lo citado por Collin et al. (2001), para lechones en crecimiento alojados a 13 y 23°C. Debido a las posibles diferencias en la utilización metabólica de la proteína, la retención de nitrógeno se ve reducida en temperaturas inferiores. Fialho & Tildford (1991) también observaron que, cerdos en crecimiento expuestos a temperatura ambiental de 17°C, digirieron el nitrógeno menos eficientemente que los animales alojados en TA 29°C. Es interesante resaltar que en el presente trabajo, incluso con menores diferencias entre las temperaturas ambientales evaluadas, se observó el mismo efecto.

La falta de mejoría en el desempeño de los lechones en TA 29°C, a pesar de los mejores parámetros de metabolismo allí encontrados, puede deberse a diferencias en la producción de calor y requerimiento de mantenimiento. Cerdos alojados en temperaturas más elevadas y sometidos a planes nutricionales intensivos, tienen una temperatura crítica más baja por la mayor producción de calor como consecuencia del efecto extra calórico de la dieta concentrada. Es posible inferir, por lo tanto, que la TA 29°C estuvo siendo excesiva para los lechones, vista la mayor GP y CP de los animales alojados en la TA 25°C. De esta forma, los primeros estarían desviando parte importante de la energía consumida para aumentar las pérdidas de calor y no para crecer (deposición de tejido).

El nivel de energía de la dieta, como ya había sido observado en los períodos PPI y PIN, mejoró linealmente el CDMS, CDGB, CDEB, CMEB, CRN y CDPB. La disminución de la velocidad de pasaje del alimento por el TGI debido a la mayor adición de soja micronizada (que también aumentó en contenido de grasa en el pienso), puede haber beneficiado la digestibilidad de los nutrientes. La disminución lineal ($P < 0,01$) del N eliminado en las heces, con el aumento de la concentración energética de la dieta (Tabla 5), es un ejemplo de lo que está siendo discutido.

La no correspondencia entre crecimiento corporal y aumento de la concentración energética de la dieta, que sí se reflejó en una mejora en los parámetros de metabolismo, sugiere que con los menores niveles de EM los lechones estarían siendo capaces de alcanzar un consumo de energía suficiente para un adecuado crecimiento. Alternativamente, es posible suponer que los lechones alimentados con mayor concentración energética, hayan consumido energía extra superior a la requerida para la máxima tasa de deposición proteica. De esta forma, la energía "extra" no fue utilizada para deposición de tejido magro y sí para deposición de grasa corporal. De hecho, Endres et al. (1988) demostraron que existe un aumento en el contenido graso de la canal cuando el lechón destetado es alimentado con dietas de elevado contenido de energía digestible. Orensaya et al. (2008) asimismo, concluyó que el ofrecimiento de piensos con mayor contenido energético proporcionó un aumento de la tasa de deposición de grasa sin afectar la tasa de deposición proteica y el desempeño de los lechones destetados. Según Quiniou (1996), en el cerdo de tipo magro, la deposición de 1 g de proteína es acompañada de la retención de 3,5 a 4 g de agua y minerales, presentando en total mayor ganancia de peso asociado que la deposición de 1 g

de grasa corporal, que es acompañada de una ganancia de peso de solamente 1 g.

En el presente trabajo, la excreción de nitrógeno urinario no fue afectada por los niveles de EMP ($P > 0,10$). Estas observaciones confirman que los menores niveles energéticos no afectaron la utilización metabólica y deposición de proteína. La temperatura de la sala tampoco afectó la excreción de nitrógeno urinario ($P > 0,10$); esto indica que una menor retención de nitrógeno en la TA 25°C tiene relación con la menor digestibilidad aparente de la proteína. También es importante observar que a pesar del aumento de la ingestión de GB, no hubo un incremento correspondiente en el contenido de grasa en las heces (Tabla 5), este hecho demuestra una gran capacidad digestiva de los lechones.

Los cerdos alojados a TA 29°C tuvieron dietas con mayor ED y EM en todos los periodos, lo que es congruente con las mejores respuestas de metabolismo encontradas en estos animales.

CONCLUSIONES

Lechones alojados en temperatura ambiente de 25°C tienen mayor consumo de pienso y ganancia de peso.

Lechones alojados en temperatura ambiente de 29°C tienen mejoría en la digestibilidad y retención de los nutrientes consumidos. Sin embargo, esta mejora no se tradujo en mayor ganancia de peso o conversión alimenticia.

La digestibilidad de los nutrientes en lechones aumenta con la inclusión de niveles crecientes de energía metabolizable en el pienso, aunque el mayor contenido de energía no se refleje en mejor desempeño. Por lo tanto, los menores niveles de inclusión de energía evaluados no limitan las tasas de crecimiento.

Se demostró la ventaja que los lechones entran a la recría con mayor peso corporal.

LITERATURA CITADA

- Association of Official Analytical Chemists - AOAC. Official methods and recommended practices of American oil Chemists Society. 4. Ed. Washington, D.C.: 1993. 1094p.
- Bartels, H. Substituição do farelo de soja pela proteína texturizada de soja e do amido de milho pela lactose em leitões desmamados aos 14 ou aos 21 dias de idade. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999. 250p. Tese Doutorado.
- Batterham, E.S. Protein and energy relationships for growing pigs. In: Cole, D.J.; Wiseman, J.; Varley, M.A. (Ed). Principles of pig science. Nottingham: Redwood Books, 1994 p.107-121.
- Beaulieu, A.D.; Levesque, C.L; Patience, J.F. The effects of dietary digestible energy concentration and weaning site on weanling pig performance. *Journal of Animal Science*, v. 84, p.1159-1168, 2006.

- Bertol, T.M; Ludke, J.V; Mores N; Efeito de diferentes fontes protéicas sobre desempenho, composição corporal e morfologia intestinal em leitões. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 29, n.6, p. 1735-1742, 2000.
- Collin, A., Van Milgen, J.; Dubois, S.; Noblet J. Effect of high temperature and feeding level on energy utilization in piglets. *Journal of Animal Science*, v.79, n.9, p.1849-1857, 2001.
- Endres, B., F. Aherne X.; Ozimek, L; Spicer H. The effects of fat supplementation on ileal versus fecal fat digestibilities, performance and body composition of weaned pigs. *Canadian Journal of Animal Science*, v.68 n.1, p.225-231, 1988.
- Fialho E.T ; Tilford, R.C. Influence of environmental temperature on nitrogen retention apparent digestibility of protein and amino acids and energy balance in growing pigs. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.26, n.8, p.1237-1253, 1991.
- Gu, X.; Li, D. Fat Nutrition and metabolism in piglets: a review. *Animal Feed Science and Technology*, v.109, n.1, p.171-171, 2003.
- Holmes, C.W. Further studies on the energy and protein metabolism of pigs growing at a high ambient temperature including measurements with fasting pigs. *Animal Production*, v.19, n.3, p. 211, 1974.
- Matterson, L.D.; Potter, L.M; Stutz, N.W. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. Storrs, Connecticut: The University of Connecticut, 1965. p.3-11 (Agricultural Experiment Station, Research, Report 7).
- Moita, A.M.S.; Costa, P.M.A.; Rostagno, H.S.; Tafuri, M.L ; Donzele, J. L. Níveis de energia digestível para leitões de 12 aos 28 dias de idade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.25, n.5, p.964-972, 1996.
- Morgan, D.J.; Cole, D.J.A.; Lewis, D. Energy values in pig nutrition. I. The relationship between digestible energy, metabolizable energy and total digestible nutrient values of a range of feedstuffs. *Journal of Agricultural Science*, v.84, n.2, p.7-17, 1975.
- Orensaya, T.F.; Beaulieu, A.D.; Patience, J.F. Investigations of energy metabolism in weanling barrows: The interaction of dietary energy concentration and daily feed (energy) intake. *Journal of Animal Science*, v. 86, p. 348-363, 2008.
- Pekas, J.C. Versaible swine laboratory apparatus for physiologic and metabolic studies. *Journal of Animal Science*, v.27, n.5, p.1303-1306, 1968.
- Quiniou N. Apports énergétiques et croissance du porc. *INRA Production Animale*, v.9, n.2, p. 141-150. 1996.
- Reis de Souza, T. C., Aumaitre, A.; Mourot JR; Peiniau J. Effect of graded level of tallow in the diet on performance, digestibility of fat, lipogenesis and body lipid deposition of the weaned piglet. *Asian Australian Journal or Animal Science*, v.13, n.2 , p. 497-505, 2000.
- Rostagno, H.S.; Albino, L.F.T.; Donzele, J.L.; Gomes, P.C.; Ferreira, A.S.; Oliveira, R.F.; Lopes, D.C. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 1.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 186p.
- SAS Institute. The SAS-system for windows: Release 6.08 (software). Cary, 1996.
- Tibble, S.J.; Cook D.R.; Balfagon, A. Novedades en alimentación de lechones. In: Curso de Especialización FEDNA. 23, Madrid, España, 2007. Anales... Madrid, España: FEDNA, 2007, v. único, p. 213-227.
- Van Lumen, T. A; Cole D. J. A. The effect of dietary energy concentration and lysine/digestible energy ratio on growth performance and nitrogen deposition of young hybrid pigs. *Journal of Animal Science*, v.67, n.3 , p.117-129, 1998.