

Efeitos da restrição energética para suínos na fase final de terminação sobre o desempenho, característica de carcaça e poluição ambiental

Ivan Moreira^{1*}, Thomas Voorsluys¹, Rafael Mansano Martins¹, Diovani Paiano², Antonio Cláudio Furlan¹ e Marcos Augusto Alves da Silva³

¹Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil.

²Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. ³Departamento de Zootecnia, Fundação Faculdade de Agronomia Luiz Meneghel, Bandeirantes, Paraná, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: imoreira@uem.br

RESUMO. Foram conduzidos dois experimentos com o objetivo de avaliar níveis de restrição energética (3.200, 2.960 e 2.720 kcal de EM kg⁻¹), por meio da elevação da fibra dietética (casca de arroz), para suínos abatidos com peso elevado. Experimento 1 - Foram utilizados 36 suínos (69,39 ± 5,38 kg). As variáveis estudadas (desempenho, carcaça e NUP) foram agrupadas de acordo com o peso de abate (70 - 90 kg e 90 - 115 kg). Ao todo, foram abatidos 12 animais com peso de 87,55 ± 3,12 kg e 15 animais com peso de 115,41 ± 6,20 kg. Nenhuma das variáveis estudadas foi influenciada pelos diferentes níveis de EM. Experimento 2 - Foram utilizados 15 suínos machos (84,8 ± 4,5 kg), alojados em gaiolas de metabolismo. Houve aumento linear da produção total de fezes, matéria seca e matéria orgânica, com a redução do nível energético, contudo sem aumentar a excreção total de fósforo (P) e nitrogênio (N). Houve redução do coeficiente de digestibilidade da MS e PB das rações com a redução da energia (elevação da fibra), o que levou a redução do GDP e piora na CA. Os resultados sugerem que o abate de suínos com peso de até 115 kg é possível sem prejuízo do desempenho e das características da carcaça, independente do nível de EM das dietas, entretanto ocorre aumento na produção total de fezes com a redução da EM e aumento da fibra dietética sem, contudo, aumentar a excreção de N e P.

Palavras-chave: abate tardio, energia metabolizável, fibra dietética, meio ambiente.

ABSTRACT. Effect of energy restriction for late finishing pigs on performance, carcass traits and environmental pollution. Two trials were carried out to study the energy restriction (3200, 2960 and 2720 kcal of ME kg⁻¹) for late finishing pigs, by means of adding dietary fiber (ground rice hull). Experiment I - 36 pigs were used (69.39 ± 5.38 kg). The variables studied (performance, carcass traits and PUN) were separated according to the slaughter weight (70-90 kg and 90-115 kg). 12 pigs weighting 87.55 ± 3.12 kg and 15 pigs weighting 115.41 ± 6.20 kg were slaughtered. None of the variables studied were influenced by the different levels of ME. Experiment II - 15 barrows were used (84.8 ± 4.5 kg) and kept on metabolism crates. There was a linear increase of total feces, dry matter (DM) and organic matter output, according to dietary energy reduction, without causing an increase in total phosphorous (P) and nitrogen (N) excretion. Digestibility coefficient of DM and crude protein decreased, which led to a decrease in daily weight gain and an increase in feed: gain ratio. Results suggest the possibility to slaughter high lean meat pigs, weighting up to 115 kg, without impairing performance and carcass traits, regardless dietary energy level. However, total feces output increased without causing an increase in N and P excretion, as ME decreased and crude fiber increased.

Key words: late slaughter, metabolizable energy, dietary fiber, environment.

Introdução

A tendência da indústria é o abate de suínos pesados, o que pode resultar em acúmulo de gordura na carcaça, o que é indesejável. Para superar este problema, medidas ligadas ao melhoramento

genético e manejo alimentar devem ser utilizadas. Controlar a deposição indesejada de gordura na carcaça suína é uma maneira de conseguir melhores preços pelos animais produzidos na granja. Entretanto, deve-se considerar que o

consumo de energia pode limitar a expressão do potencial de deposição de carne magra de suínos de elevado potencial genético (Rao e McCracken, 1991; Bikker, 1994, citado por Weis *et al.*, 2004).

A energia e a proteína são os principais fatores nutricionais que afetam a qualidade da carcaça, em termos de quantidade de carne e gordura presentes (Aker, 1989). Ambos devem ser fornecidos em equilíbrio para proporcionar ao animal condições de expressar todo seu potencial genético, e o seu fornecimento de forma inadequada resultará em alterações na composição da carcaça (Batterham, 1994). A energia fornecida deve ser suficiente para proporcionar ao animal condições para sua máxima produção de carne, sem excesso, pois o excesso será destinado à deposição de gordura (Noblet, 1996). A deposição de gordura indesejada pode ser evitada ou reduzida por meio da restrição alimentar que pode ser quantitativa ou qualitativa. A restrição quantitativa tem como finalidade reduzir a quantidade de alimento ingerido pelo animal, o que proporciona redução do volume de dejetos (Marcato *et al.*, 2005), uma questão cada vez mais considerada na suinocultura moderna.

Experimentos envolvendo a restrição alimentar vêm sendo desenvolvidos no Brasil. Warpechowski *et al.* (1999) avaliaram restrições quantitativas de 7, 14 e 21%, dos 80 aos 96 kg de peso vivo, observando redução linear do ganho de peso e da espessura de toucinho. Trabalhando com suínos de alto potencial genético para deposição de tecido magro, Barbosa *et al.* (1999) observaram menor ganho de peso com a restrição alimentar e Bertol *et al.* (1999) não observaram efeito sobre a carcaça, com restrição de 10%, iniciado em diferentes pesos vivos (60, 75 ou 90 kg) até os 120 kg. No entanto, Barbosa *et al.* (2000) também trabalhando com suínos de alto potencial genético, porém de linhagem diferente daqueles utilizados por Bertol *et al.* (1999), encontraram redução linear da espessura de toucinho e aumento linear do peso do lombo e do pernil.

A restrição qualitativa, por meio da adição de fibras na ração de suínos, reduz o conteúdo de energia digestível e aumenta o metabolismo basal dos animais, resultando em redução na gordura da carcaça (Pond *et al.*, 1988). Entretanto, a adição de fibra às rações pode levar ao aumento do volume de dejetos e, por consequência, dos nutrientes que podem ser poluentes.

Redução na digestibilidade da energia, piora na conversão alimentar e melhora na eficiência energética, sem alteração no ganho de peso e em carne magra de suínos abatidos com 128 kg, foi

encontrado por Fraga (2005), quando reduziu a ED entre 3.400 e 2.720 kcal kg⁻¹.

Animais melhorados demonstram maior capacidade de deposição muscular em pesos mais elevados, e menor ingestão voluntária de alimento (Moreira, 1998), indicando, portanto, a necessidade de um grau de restrição menor para linhagens modernas.

Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar níveis de restrição energética, por meio da elevação da fibra dietética, para suínos abatidos com peso elevado, sobre o desempenho, características de carcaça e seus reflexos sobre a produção (quantidade/qualidade) de dejetos.

Material e métodos

Foram conduzidos dois experimentos, sendo um experimento de desempenho e outro de digestibilidade.

As rações experimentais (Tabela 1) foram as mesmas para os dois experimentos. Os tratamentos foram: T1 - Dieta com 3.200 kcal EM kg⁻¹; T2 - Dieta com 2.960 kcal EM kg⁻¹; T3 - Dieta com 2.720 kcal EM kg⁻¹. A ração do T1 continha 0,68 e 0,56% de lisina, respectivamente, para as fases 70-90 kg e 90-115 kg, sendo os níveis dos demais nutrientes ajustados de acordo com o recomendado pelo NRC (1998). Para os T2 e T3, foi adicionada a casca de arroz moída (como fonte de fibra) à ração para reduzir os níveis de EM em 7,5 e 15%, respectivamente (Tabela 1). As rações foram formuladas, tendo como restrição na matriz de cálculo o nível de lisina, sendo adicionado L-lisina-HCl quando necessário. A casca de arroz foi finamente moída conforme é utilizada como veículo nos suplementos vitamínicos.

A) Experimento de desempenho:

Foram utilizados 36 suínos (18 machos castrados e 18 fêmeas, distribuídos equitativamente entre os tratamentos), híbridos comerciais, de elevada produção de carne magra e elevado consumo voluntário de ração, com peso inicial médio de 69,39 ± 5,38 kg. Os suínos foram alojados em baias experimentais de 8 m², providas de comedouros semi-automáticos de duas bocas e bebedouro tipo chupeta. A ração e a água foram fornecidas à vontade. No período pré-experimental (55 kg aos 69,39 ± 5,38 kg de PV), os animais receberam a mesma ração, contendo níveis nutricionais indicados pelo NRC (1998), conforme Tabela 1. No período experimental de 69,39 ± 5,38 kg até os 114,04 ± 9,09 kg, as dietas foram divididas em duas fases (70 a 90 kg e 90 a 115 kg), como apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Composição centesimal, química e energética das dietas experimentais fornecidas aos suínos nas diferentes fases (pesos).**Table 1.** Centesimal, chemical and energetic composition of the experiment diets fed to swine in different phases (weight).

Fases (Phases)	55 - 70 kg ¹	70 - 90 kg				90 - 115 kg	
Níveis EM (ME Levels)	3.260	3.200	2.960	2.720	3.200	2.960	2.720
Ingrediente (%)							
<i>Ingredient (%)</i>							
Milho	79,87	85,91	75,38	66,78	89,22	79,79	71,18
Com							
Farelo de soja, 45%	15,71	10,54	13,46	14,23	7,05	8,75	9,52
<i>Soybean meal, 45 %</i>							
Casca de arroz	-	0,54	8,41	16,41	0,89	8,83	16,83
<i>Rice hull</i>							
Fosfato bicálcico	1,17	1,01	1,03	1,08	0,90	0,94	0,99
<i>Dicalcium phosphate</i>							
Calcário	1,01	0,97	0,77	0,54	0,96	0,75	0,52
<i>Limestone</i>							
Suplemento vit + min	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
<i>Vit. + min. mix</i>							
L-Lisina - HCl	0,22	0,22	0,15	0,15	0,18	0,15	0,15
<i>L-lysine - HCl</i>							
Sal comum	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
<i>Common salt</i>							
	Valores calculados						
	<i>Calculated values</i>						
EM, kcal kg ⁻¹ ²	3.260	3.200	2.960	2.720	3.200	2.960	2.720
<i>ME, kcal kg⁻¹ ²</i>							
Proteína bruta (%)	14,20	12,38	12,98	12,83	11,05	11,22	11,08
<i>Crude protein</i>							
Lisina (%)	0,81	0,68	0,68	0,68	0,56	0,56	0,56
<i>Lysine (%)</i>							
Fibra bruta (%)	2,49	2,51	5,60	8,64	2,51	5,57	8,62
<i>Crude fiber (%)</i>							
Cálcio (%)	0,75	0,69	0,69	0,69	0,65	0,65	0,65
<i>Calcium (%)</i>							
Fósforo total (%)	0,50	0,46	0,46	0,46	0,42	0,42	0,42
<i>Total Phosphorus (%)</i>							

¹Ração fornecida dos 55 aos 70 kg de peso vivo. ²EM - Energia Metabolizável.¹(Diet fed from 55 kg to 70 kg BW); ²(ME - Metabolizable Energy).

Para o abate, os suínos foram divididos em dois grupos: aproximadamente 90 kg (PA90) e 115 kg (PA115) de peso vivo, respectivamente. Ao todo, foram abatidos 12 animais (quatro por tratamento) com peso médio de 87,55 ± 3,12 kg e 15 animais (cinco por tratamento) com peso médio de 115,41 ± 6,20 kg. Os animais escolhidos para os dois períodos de abate representavam, aproximadamente, o peso médio de cada tratamento, sendo obedecida a proporção de machos e fêmeas.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos (3.200, 2.960 e 2.720 kcal de EM kg⁻¹) e quatro repetições com três animais por baia. As variáveis estudadas foram: desempenho (consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar), espessura de toucinho (medida na posição P2 com o auxílio de aparelho ultra-som - *Lean-Meater*[®] da Renco) e características de carcaça segundo o Método Brasileiro de Classificação de Carcaça - MBCC (ABCS, 1973).

No início do experimento e no dia anterior ao abate, foram feitas amostragens de sangue de todos os animais, conforme Cai *et al.* (1994), para obtenção

do plasma, objetivando a determinação do nitrogênio da uréia plasmática - NUP (Marsh *et al.*, 1965). Os valores do NUP obtidos no início do experimento foram utilizados como co-variável para as análises estatísticas desta variável no final do período experimental.

As variáveis obtidas foram submetidas à análise de regressão polinomial de acordo com o seguinte modelo estatístico: $Y_{ij} = \mu + b_1 (N_i - N) + b_2 (N_i - N) + e_{ij}$, em que Y_{ij} = valor observado das variáveis estudadas, relativo a cada indivíduo j , recebendo o nível i EM; μ = constante geral; b_1 = coeficiente de regressão linear do nível EM sobre a variável Y ; b_2 = coeficiente de regressão quadrático do nível de EM sobre a variável Y ; N_i = níveis de EM nas rações, sendo $i = 3.200, 2.960$ e 2.720 kcal de EM kg⁻¹ de ração; N = nível médio de EM nas rações, e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação. As análises estatísticas foram feitas separadamente para cada peso de abate (PA90 = 70-90 kg e PA115 = 90-115 kg). Para as variáveis de desempenho, a baia, com 3 animais no período até 90 kg e 2 animais até o período de 115, foi a unidade experimental. Para o NUP e as características de carcaça, cada animal foi a unidade experimental.

B) Experimento de digestibilidade:

Foram utilizados quinze suínos (cinco por tratamento) machos castrados com média de peso de 84,8 ± 4,5 kg, os quais foram alojados individualmente em gaiolas de digestibilidade.

Foram utilizadas as mesmas três rações experimentais referentes à fase de 70 a 90 kg, apresentadas na Tabela 1. Os animais foram alimentados três vezes ao dia (7:00, 12:00 e 17:30h), procurando manter um padrão de consumo o mais próximo possível do consumo voluntário. Neste sentido, era fornecida quantidade de ração com base no consumo observado na fase de adaptação, sendo eventuais sobras fornecidas junta à próxima refeição. Com isto, não havia sobra para descartar. A água era disponibilizada à vontade, no próprio comedouro, logo após as refeições.

Os suínos receberam as dietas experimentais por um período de 13 dias, sendo sete dias de adaptação às gaiolas e às dietas e cinco dias de coleta total de fezes e urina. O manejo geral foi o comumente utilizado em ensaios de digestibilidade, com controle total da ingestão de alimentos e excreção de urina e fezes.

Foram estudadas as seguintes variáveis: ingestão de matéria seca, produção total de fezes, produção total de urina, produção de matéria seca e de matéria orgânica nas fezes, ingestão de nitrogênio, excreção de nitrogênio nas fezes, excreção de nitrogênio na

urina, excreção de nitrogênio total, excreção de fósforo nas fezes, proteína digestível da ração, nível de proteína metabolizável da ração; coeficientes de digestibilidade da MS da ração, coeficiente de digestibilidade da PB da ração, consumo de ração na matéria natural, ganho diário de peso e conversão alimentar.

O delineamento experimental e o modelo estatístico foram semelhantes ao do experimento anterior.

Resultados e discussão

Experimento de desempenho

Os resultados de consumo diário de ração (CDR), ganho diário de peso (GDP), conversão alimentar (CA), espessura de toucinho (ET) e nitrogênio da uréia plasmática (NUP), para as diferentes fases e pesos de abate, estão apresentados na Tabela 2.

Não se observou efeito ($p > 0,05$) da redução dos níveis de energia metabolizável (EM) sobre o CRD e GPD no período dos 70 aos 90 kg e dos 90 aos 115 kg.

Estes resultados foram semelhantes aos obtidos por Silva *et al.* (1998), que trabalhando com níveis de energia digestível de 3.200 a 3.700 kcal de ED kg^{-1} para suínos entre 60 e 100 kg, também não observaram efeito dos níveis de ED sobre o CRD de machos inteiros. Da mesma forma, Fraga (2005) também não observou efeito da redução do nível de energia sobre o consumo de ração de suínos abatidos aos 128 kg.

Costa *et al.* (1984), Bertechini *et al.* (1986) e Mascarenhas *et al.* (2002) também não observaram efeito dos níveis de energia digestível sobre o GPD, para suínos em terminação. Da mesma forma, Rezende *et al.* (2003), avaliando diferentes níveis de energia metabolizável, não constataram efeitos sobre o GPD de suínos machos castrados, de alto potencial genético para a deposição de carne magra, dos 60 aos 95 kg. Entretanto, resultados diferentes foram obtidos por Fraga (2005), que encontrou redução do ganho de peso, com a redução de energia dietética. Da mesma forma, Weis *et al.* (2004) encontraram aumento linear do ganho diário de peso com o aumento do consumo de ED, em machos inteiros (15 - 90 kg). Estas diferenças de resultados, provavelmente, sejam em função da diferença dos materiais genéticos utilizados nestes estudos. Segundo Bikker (1994), citado por Mascarenhas *et al.* (2002), o genótipo pode influenciar o ganho de peso dos suínos.

Também não se observou efeito ($p > 0,05$) dos

níveis de EM sobre a ET e CA (Tabela 2), o que discorda dos resultados obtidos por Silva *et al.* (1998) que, estudando diferentes níveis de energia digestível, para suínos machos inteiros, dos 60 aos 100 kg, observaram melhoria na CA com o aumento dos níveis de energia. Resultado diferente também foi obtido por Fraga (2005), que verificou piora na conversão alimentar, com o aumento da restrição qualitativa, ou seja, com a redução da energia dietética. Mesmo não havendo diferença ($p > 0,05$) entre os tratamentos, observam-se nos dados da Tabela 2 valores numericamente melhores da CA (para o abate com 115 kg) nos níveis de maior EM, sugerindo provavelmente ser devido à melhor eficiência de utilização das rações com estes níveis energéticos mais elevados.

Tabela 2. Desempenho, espessura de toucinho e nitrogênio da uréia plasmática (NUP) de suínos alimentados com rações contendo diferentes níveis de energia metabolizável (EM).

Table 2. Performance, backfat thickness and plasma urea nitrogen (PUN) of pigs fed on diets with different levels of metabolizable energy (ME).

Itens <i>Items</i>	Níveis de EM na dieta <i>Levels of ME in diet</i>				CV (%)	Efeito <i>Effect</i>
	3.200	2.960	2.720	Média ± DP <i>Average ± SD</i>		
Fase de 70 - 90 kg <i>Phase of 70 - 90 kg</i>						
Peso inicial, kg <i>Initial weight, kg</i>	70,58	68,97	68,82	69,39 ± 5,38	-	-
Consumo diário de ração, kg <i>Daily feed intake, kg</i>	2,82	2,58	2,65	2,67 ± 0,28	11,13	NS
Ganho diário de peso, kg <i>Daily weight gain, kg</i>	0,895	0,794	0,803	0,824 ± 0,098	11,85	NS
Conversão alimentar <i>Feed: Gain ratio</i>	3,15	3,25	3,30	3,24 ± 0,27	9,19	NS
Espessura de toucinho ¹ , mm <i>Backfat thickness, mm¹</i>	12,90	11,00	13,83	12,56 ± 3,31	23,59	NS
NUP, mg dL ⁻¹ <i>PUN, mg dL⁻¹</i>	13,68	14,67	14,06	14,17 ± 3,74	23,75	NS
Fase de 90 - 115 kg <i>Phase of 90 - 115 kg</i>						
Peso inicial, kg <i>Initial weight, kg</i>	93,11	91,86	90,56	91,73 ± 6,25	-	-
Consumo diário de ração, kg <i>Daily feed intake, kg</i>	3,61	3,44	3,56	3,53 ± 0,31	9,46	NS
Ganho diário de peso, kg <i>Daily gain weight, kg</i>	1,12	1,01	1,02	1,05 ± 0,09	7,84	NS
Conversão alimentar <i>Feed: Gain ratio</i>	3,30	3,49	3,58	3,47 ± 0,27	7,68	NS
Espessura de toucinho ¹ , mm <i>Backfat thickness, mm¹</i>	15,50	14,25	18,00	15,92 ± 2,99	14,58	NS
NUP, mg dL ⁻¹ <i>PUN, mg dL⁻¹</i>	14,50	11,83	11,85	12,56 ± 4,09	30,19	NS

¹Medido na altura da última costela a cinco centímetros da linha do dorso por meio de aparelho ultra-som. Lean Meater®.
(Measured at last rib, five centimeters from backbone line, using ultrasound equipment).

Os valores de NUP também não foram ($p > 0,05$) influenciados, pelos níveis de EM, o que sugere que o aproveitamento dos aminoácidos foi semelhante entre os três níveis de energia.

Os resultados de rendimento de carcaça, espessura de toucinho, área de olho de lombo, relação

carne/gordura e rendimento de pernil, com o peso de abate de 90 e 115 kg estão na Tabela 3. A redução do nível de EM não influenciou ($p > 0,05$) as características de carcaça. Os resultados são semelhantes aos de Bertol *et al.* (2001) que, trabalhando com restrição alimentar quantitativa em suínos na fase de crescimento e terminação, não observaram efeito sobre as características de carcaça. Por outro lado, não correu o afirmado por Pond *et al.* (1988), pois a adição de fibra e conseqüente redução de energia não resultaram em redução da gordura na carcaça, como conseqüência do aumento do metabolismo basal.

Tabela 3. Características de carcaça de suínos alimentados com rações contendo diferentes níveis de energia metabolizável (EM).
Table 3. Carcass traits of pigs fed on diet with different levels of metabolizable energy (ME).

Itens <i>Items</i>	Níveis de EM na dieta <i>Levels of EM in the diet</i>				CV (%)	Efeito <i>Effect</i>
	3200	2960	2720	Média <i>Average</i>		
Fase de 70 - 90 kg <i>Phase of 70 - 90 kg</i>						
Peso médio ao abate, kg <i>Average weight of slaughter, kg</i>	91,04	84,60	87,01	87,55 ± 3,120	1,80	NS
Rendimento de carcaça, % <i>Carcass yield, %</i>	79,99	79,61	80,14	79,91 ± 1,053	1,42	NS
Espessura de toucinho, cm <i>Backfat thickness, cm</i>	2,55	2,48	2,56	2,53 ± 0,338	14,69	NS
Área de olho de lombo, cm ² <i>Loin eye area, cm²</i>	37,17	32,32	35,53	35,00 ± 2,623	4,96	NS
Relação carne/gordura 1: <i>Meat/ fat ratio</i>	0,46	0,48	0,45	0,47 ± 0,067	15,43	NS
Rendimento de pernil, % <i>Ham yield, %</i>	31,28	30,83	30,92	31,01 ± 0,746	2,56	NS
Fase de 90 - 115 kg <i>Phase of 90 - 115 kg</i>						
Peso médio ao abate, kg <i>Average weight of slaughter, kg</i>	117,93	113,76	114,52	115,41 ± 6,20	5,53	NS
Rendimento de carcaça, % <i>Carcass yield, %</i>	80,65	79,89	80,28	80,65 ± 1,344	0,92	NS
Espessura de toucinho, cm <i>Backfat thickness, cm</i>	2,96	2,91	2,95	2,94 ± 0,578	21,24	NS
Área de olho de lombo, cm ² <i>Loin eye area, cm²</i>	39,47	42,12	39,53	40,37 ± 5,379	13,98	NS
Relação carne/gordura, 1: <i>Meat/ fat ratio</i>	0,56	0,52	0,61	0,56 ± 0,1279	23,34	NS
Rendimento de pernil, % <i>Ham yield, %</i>	31,01	31,42	30,65	31,02 ± 0,770	2,32	NS

Estes resultados sugerem que suínos de elevada produção de carne magra, abatidos por volta de 90 kg ou 115 kg de PV, não necessitam receber rações com níveis de energia acima de 2.720 kcal de EM kg⁻¹.

Experimento de digestibilidade

À medida que o nível de energia metabolizável foi reduzido (Tabela 4), a produção total de fezes, a produção de matéria seca nas fezes e a produção de matéria orgânica aumentaram de forma linear ($p \leq 0,01$). Estes resultados são reflexos do aumento da quantidade de fibra bruta nas rações adicionadas para

permitir a redução do nível de EM. Este é um aspecto que deve ser considerado, quando da utilização de restrição energética, com adição de material fibroso, pois pode representar problemas com manejo de grande volume de dejetos e seus efeitos no meio ambiente.

Na Tabela 5, encontram-se as equações referentes às variáveis que apresentaram ($p < 0,05$) comportamento linear ou quadrático em função do nível de EM e FB. A redução linear do CD da MS e quadrática do CD da PB da ração pode ser explicada pelo trabalho de Lindberg *et al.* (1998), que mostrou existir uma relação linear entre o conteúdo de EM e o conteúdo de material fibroso (fibra bruta e FDN) das dietas e que a redução na digestibilidade total dos nutrientes e energia pode ser atribuída ao aumento do consumo de fibra.

Tabela 4. Resultados obtidos pelos suínos alimentados com rações contendo níveis decrescentes de energia metabolizável (EM) e níveis crescentes de fibra bruta (FB).
Table 4. Data of pigs fed on diets with decreasing levels of metabolizable energy (ME) and increasing levels of crude fiber (CF).

Itens (Items)	EM (kcal kg ⁻¹) ou [FB (%)] ME (kcal kg ⁻¹) or [CF (%)]			Média Average	CV ¹	Efeito ² Effect
	3200 [2,51]	2960 [5,60]	2720 [8,64]			
Ingestão de MS, g dia ⁻¹ Dry matter intake, g day ⁻¹	2738,0	2481,2	2791,3	2670,2 ± 274,7	10,76	NS
Produção de fezes, g dia ⁻¹ Total feces output, g day ⁻¹	829,70	1057,60	1569,90	1152,4 ± 370,7	17,76	L ≤ 0,01
Produção de urina, ml dia ⁻¹ Total urine output, ml day ⁻¹	4075	3300	2700	3358,3 ± 1032,6	26,54	NS
Produção de MS fecal, g dia ⁻¹ Fecal DM output, g day ⁻¹	329,8	461,4	719,3	503,8 ± 177,9	17,55	L ≤ 0,01
Produção de MO fecal, g dia ⁻¹ Fecal OM output, g day ⁻¹	252,9	353,9	554,4	387,1 ± 137,9	13,58	L ≤ 0,01
Ingestão de N, g dia ⁻¹ Nitrogen intake, g day ⁻¹	58,95	57,30	52,69	56,31 ± 5,78	9,54	NS
Excreção de N fecal, g dia ⁻¹ Fecal N excretion, g day ⁻¹	7,69	7,38	9,23	8,10 ± 1,33	15,03	NS
Excreção de N urinário, g dia ⁻¹ N excretion in urine, g day ⁻¹	21,25	22,10	23,63	22,32 ± 3,23	14,42	NS
Excreção de N total, g dia ⁻¹ Total N excretion, g day ⁻¹	28,93	29,48	32,86	30,43 ± 4,08	12,84	NS
Excreção de P fecal, g dia ⁻¹ Fecal P excretion, g day ⁻¹	8,09	7,35	8,24	7,89 ± 1,08	14,33	NS
PD da ração, % DP in diet, %	11,69	12,59	9,73	11,33 ± 1,26	8,76	Q ≤ 0,01
CD da MS da ração, % DC of DM, %	87,97	81,45	74,25	81,22 ± 5,9	1,07	L ≤ 0,01
CD da PB da ração, % DC of protein, %	86,84	87,20	82,48	85,51 ± 2,67	2,35	Q ≤ 0,01
Consumo diário ração, g dia ⁻¹ Feed intake, g day ⁻¹	3058,0	2754,6	3097,4	2970 ± 307,4	10,84	NS
Ganho diário de peso, g dia ⁻¹ DWG, g day ⁻¹	1,04	0,73	0,70	0,83 ± 0,19	15,75	L ≤ 0,01
Conversão alimentar Feed:Gain ratio	2,94	3,78	4,40	3,71 ± 0,76	12,44	L ≤ 0,01

¹Coefficiente de variação ²Análise de regressão: NS - não significativo; L = efeito linear; Q = efeito quadrático.

¹(Coefficient of variation); ²(Regression analysis: Non-significant; L = linear effect, Q = quadratic effect).

Não houve ($p \geq 0,05$) aumento (Tabela 4) de

consumo diário de ração (CDR) e por consequência da ingestão de matéria seca. Estes resultados são semelhantes aos encontrados no experimento anterior (Tabela 2) na qual foram utilizadas as mesmas rações em um experimento de desempenho de longa duração, com suínos com peso semelhantes aos deste experimento. Apesar de não ter havido alteração do CDR (Tabela 4), a redução do nível de EM resultou em redução do ganho de peso e piora na conversão alimentar, o que pode ter sido reflexo da piora no CD da PB (Tabelas 4 e 5). Estas respostas são diferentes daquelas encontradas no experimento de desempenho (Tabela 2), mas semelhantes às encontradas por Fraga (2005), que observaram redução do ganho de peso e piora na conversão alimentar, quando reduziu a ED entre 3.400 e 2.720 kcal kg⁻¹. Estas diferenças entre os dois experimentos podem ser em função da duração dos diferentes períodos experimentais, o que pode ter refletido em diferentes formas de adaptação dos animais aos diferentes níveis de fibra das rações.

Tabela 5. Equações de regressão das variáveis em função dos níveis (3.200, 2.960 e 2.720 kcal kg⁻¹ na dieta) de energia metabolizável (EM) e dos níveis (2,51, 5,60 e 8,64%) de fibra bruta (FB).

Table 5. Regression equations according to metabolizable energy (ME) levels (3,200, 2,960 e 2,720 kcal kg⁻¹ of diet) and crude fiber (CF) levels (2,51, 5,60 and 8,64%).

Itens Items	Equações Equations
Energia metabolizável como variável independente <i>Metabolizable energy as independent variable</i>	
Produção de fezes, g dia ⁻¹ <i>Feces output, g day⁻¹</i>	$\bar{Y} = 5716,97 - 1,5421EM$
Produção de MS fecal, g dia ⁻¹ <i>Fecal dry matter output, g day⁻¹</i>	$\bar{Y} = 2905,23 - 0,8114EM$
Produção de MO fecal, g dia ⁻¹ <i>Organic matter output, g day⁻¹</i>	$\bar{Y} = 2245,98 - 0,62801EM$
Proteína digestível da ração, % <i>Dietary digestible protein, %</i>	$\bar{Y} = -285 + 0,197EM - 3E-05EM^2$
CD da MS da ração, % <i>Digestibility coefficient, Dry matter, %</i>	$\bar{Y} = -3,3598 + 0,0286EM$
CD da PB da ração, % <i>Digestibility coefficient, Crude protein, %</i>	$\bar{Y} = -326,06 - 4,41E-05EM^2 + 0,2701EM$
Ganho diário de peso g dia ⁻¹ <i>Daily weight gain, g day⁻¹</i>	$\bar{Y} = -1,2948 + 0,000716EM$
Conversão alimentar <i>Feed : Gain ratio</i>	$\bar{Y} = 13,8113 - 0,003394EM$
Fibra bruta como variável independente <i>Crude fiber as independent variable</i>	
Produção de fezes, g dia ⁻¹ <i>Total feces output, g day⁻¹</i>	$\bar{Y} = 478,93 + 120,6216FB$
Produção de MS fecal, g dia ⁻¹ <i>Fecal dry matter output, g day⁻¹</i>	$\bar{Y} = 149,08 + 63,4776FB$
Produção de MO fecal, g dia ⁻¹ <i>Organic matter output, g day⁻¹</i>	$\bar{Y} = 112,75 + 49,13030FB$
Proteína digestível da ração, % <i>Dietary digestible protein, %</i>	$\bar{Y} = 8,1348 + 1,9185FB - 0,0007FB^2$
CD da MS da ração, % <i>Digestibility coefficient, Dry matter, %</i>	$\bar{Y} = 93,7161 - 2,2372FB$
CD da PB da ração, % <i>Digestibility coefficient, Crude protein, %</i>	$\bar{Y} = 82,721 + 2,325FB - 0,2723FB^2$
Ganho diário de peso g dia ⁻¹ <i>Daily weight gain, g day⁻¹</i>	$\bar{Y} = 1,1388 - 0,0562FB$
Conversão alimentar <i>Feed : Gain ratio</i>	$\bar{Y} = 2,2796 + 0,2658FB$

OBS: Estão listadas apenas as variáveis que apresentaram ($p < 0,05$) resposta linear ou quadrática.

Only those variables that showed linear or quadratic ($p < 0.05$) response are listed.

Conclusão

Os resultados sugerem que o abate de suínos de elevada produção de carne magra, com peso de até 115 kg, é possível, sem prejuízo do desempenho e das características da carcaça, independente do nível de EM (3.200, 2.960 e 2.720 kcal de EM kg⁻¹) das dietas.

A redução do nível de energia metabolizável e por consequência o aumento do nível de fibra bruta, em rações de suínos em terminação, resulta em aumento da produção total (MS e MO) de fezes, sem, contudo, aumentar a excreção total de nitrogênio e fósforo, ademais, resulta em redução do coeficiente de digestibilidade da MS e da PB.

Agradecimentos

Agradecimentos são dirigidos ao CNPq, pela concessão das Bolsas de Produtividade em Pesquisa, PIBIC e PIC.

Referências

- ABCS. *Método brasileiro de classificação de carcaças*. Estrela: ABCS, 1973. (Publicação Técnica, n. 2).
- AKER, C. Maximizing carcass index: practical considerations [S.l.: s.n.], (12/1989). Disponível em: <http://www.gov.on.ca/OMAFRA/english/livestock/swine/facts/89-179.htm#FACTORS_AFFECTINGCARCASSINDEX>. Acesso em: 2 mai. 2001.
- BARBOSA, H.C.A. et al. Restrição alimentar e desempenho de suínos em terminação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: SBZ, 1999. CD-Rom.
- BARBOSA, H.C.A. et al. Qualidade de carcaça de suínos alimentados com diferentes níveis de restrição alimentar e energia líquida na dieta. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. *Anais...* Viçosa: SBZ, 2000. p. 313. CD-Rom.
- BATTERHAM, E.S. Protein and energy relationship for growing pigs. In: COLE, D.J.A. (Ed.). *Principles of pig science*. Nottingham: Nottingham University Press, 1994. p. 107-122.
- BERTECHINI, A.G. et al. Níveis de energia para suínos nas fases de crescimento e terminação. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 15, n. 6, p. 452-461, 1986.
- BERTOL, T.M. et al. Avaliação de diferentes programas restrição alimentar para suínos em terminação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: SBZ, 1999. CD-Rom.
- BERTOL, T.M. et al. Efeito do peso do suíno em terminação ao início da restrição alimentar sobre o desempenho e a qualidade da carcaça. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 417-424, 2001.
- CAI, Y. et al. Diurnal variation in concentrations of plasma urea nitrogen and amino acids in pigs given free access to

feed or fed twice daily. *J. Nut.*, Bethesda, v. 124, p. 1088-1093, 1994.

COSTA, V. *et al.* Níveis de energia em rações para suínos nas fases de crescimento e terminação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 21., 1984. Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: SBZ, 1984. p. 213.

FRAGA, A.L. *Restrição alimentar qualitativa para suínos com elevado peso de abate*. 2005. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

LINDBERG, J.E. *et al.* The nutritive value of barley-based diets with forage meal inclusion for growing pigs based on total tract digestibility and nitrogen utilization. *Livest. Prod. Sci.*, Amsterdã, v. 56, n. 1, p. 43-52, 1998.

MARCATO, S.M. *et al.* Efeito da restrição alimentar como redutor do poder poluente dos dejetos de suínos. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 855-863, 2005.

MARSH, W.H. *et al.* Automated and manual direct methods for the determination of blood urea. *Clin. Chem.*, Washington, D.C., v. 11, n. 6, p. 624-627, 1965.

MASCARENHAS, A.G. *et al.* Fontes e níveis de energia digestível em rações para suínos machos inteiro dos 60 aos 100 kg. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 1403-1408, 2002.

MOREIRA, I. Nutrição de rebanhos (de suínos) geneticamente melhorados. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE MELHORAMENTO ANIMAL, 2., 1998, Uberaba. *Anais...* Uberaba: SBMG, 1998. p. 177-183.

NOBLET, J. Net energy for growth in pigs: application to low protein, amino acid supplemented diets. In: PORK INDUSTRY CONFERENCE, 1996, Urbana. *Proceedings...* Urbana: University of Illinois, 1996. p. 15-25.

NRC-National Research Council. *Nutrient requirement of swine*. 10. ed. Washington, D.C.: National Academic of

Sciences, 1998.

POND, W.G. *et al.* Effect of dietary fiber on young genetically lean, obese and contemporary pigs: body weight, carcass measurements, organ weights and digesta content. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 66, p. 699-706, 1988.

RAO, D.S.; McCracken, K.J. Effect of energy intake on protein and energy metabolism of boars of high genetic potential for lean growth. *Anim. Prod.*, Harlow, v.52, p.499-507, 1991.

REZENDE, W.O. *et al.* Níveis de energia metabolizável, mantendo-se a relação lisina:caloria, em suínos suplementados com aminoácidos, para suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne magra dos 60 aos 95 kg. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003. Santa Maria. *Anais...* Santa Maria: SBZ, 2003. 1 CD-Rom.

SILVA, F.C.O. *et al.* Níveis de energia digestível para suínos machos inteiros dos 60 aos 100 kg. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 27, n. 5, p. 959-964, 1998.

WARPECHOWSKI, M.B. *et al.* Efeito da restrição alimentar e quantitativa sobre o desempenho e características de carcaça de suínos em terminação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: SBZ, 1999. p. 29. 1 CD-Rom.

WEIS, R.N. *et al.* Effects of energy intake and body weight on physical and chemical body composition in growing entire male pigs. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 82, p. 109-121, 2004.

Received on May 04, 2006.

Accepted on May 30, 2007.