

Produção de suínos inteiros com ou sem a suplementação de aminoácidos: desempenho e custo de alimento

Production of entire male pigs with or without the supplementation of amino acids: performance and feed cost

Glauber Valentim Porolnik^{I*} Paulo Alberto Lovatto^{II} Carlos Augusto Rigon Rossi^I
Cheila Roberta Lehnen^I Gerson Guarez Garcia^{II} Ines Andretta^I

RESUMO

Um experimento foi realizado para avaliar o desempenho e o custo do alimento de suínos machos castrados e inteiros suplementados ou não com aminoácidos. Foram utilizados 48 animais com peso vivo inicial de 38,8±0,2kg, distribuídos num delineamento de blocos ao acaso em três tratamentos, sendo machos castrados (MC), machos inteiros (MI) e MI suplementados com 5% de aminoácidos (MI+5%AA). Não houve efeito ($P>0,05$) dos tratamentos sobre o peso vivo e o ganho de peso dos suínos. O consumo de ração, a conversão alimentar e o custo do alimento diferiram ($P<0,05$) entre os tratamentos. O consumo médio de ração foi de 2,43kg, sendo que os MC apresentaram consumo superior ($P<0,05$) em 5,5 e 5,2% em relação aos MI e aos MI+5%AA, respectivamente. A conversão alimentar média foi 2,28; sendo que os MC apresentaram pior conversão ($P<0,05$) em 6,2 e 11,6% em relação aos MI e aos MI+5%AA, respectivamente. O custo médio do alimento foi de R\$ 1,82 kg⁻¹, sendo superior ($P<0,05$) para os MC em relação aos MI e MI +5%AA. O tipo sexual do macho (castrado ou inteiro) e a suplementação aminoacídica não afetam o peso vivo e o ganho de peso, mas alteram o consumo de ração, a conversão alimentar e o custo de alimento.

Palavras-chave: nutrição, ganho de peso, eficiência alimentar, machos.

ABSTRACT

An experiment was carried out to evaluate the performance and feed cost of barrows and boars fed or not with amino acid supplemented diets. Forty-eight animals were used with initial weight of 38.8±0.2kg distributed in a randomized block design with three treatments, being barrows males (CM), boars males (IM) and IM supplemented with 5% of amino acids (IM+5% AA). The treatment had no effect on body weight

and weight gain. Feed intake, feed conversion ratio and feed cost were different ($P<0.05$) among treatments. Average feed intake was of 2.43kg, and the intake observed on CM ($P<0.05$) was higher at 5.5 and 5.2% in relation to IM and IM+5%AA, respectively. Feed conversion ratio was of 2.28, and the CM showed the worse conversion ($P<0.05$) at 6.2 and 11.6% in relation to IM and IM+5%AA, respectively. Average feed cost was of R\$ 1,82kg⁻¹, being higher ($P<0.05$) for the CM in relation to IM and IM+5%AA. The sex category (barrows or boars) and amino acid supplementation did not affect body weight and weight gain, but alter feed intake, feed conversion ratio and feed cost.

Key words: nutrition, weight gain, feed efficiency, males.

INTRODUÇÃO

O Brasil abate cerca de 18 milhões de suínos machos anualmente (ABIPECS, 2010). Até pouco tempo, a maioria desses animais eram castrados cirurgicamente. O abate de machos inteiros produzidos em escala comercial, à exceção de granjas de reprodução, não era permitido pelo odor desagradável da carne, sobretudo ao cozimento (PAULY et al., 2008).

No entanto, há mais de 20 anos, estudos já indicavam alternativas imunológicas à castração cirúrgica pela neutralização dos fatores liberadores de gonadotrofinas em nível hipotalâmico-hipofisário (BONNEAU, 1987). Essa alternativa foi disponibilizada no mercado suinícola mundial primeiramente na Nova Zelândia há oito anos (DUNSHEA et al., 2001). No Brasil, a vacina para imunocastração chegou ao

^IPrograma de Pós-graduação em Zootecnia (PPGZ), Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Avenida Roraima, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: porolnik@gmail.com. *Autor para correspondência.

^{II} Departamento de Zootecnia, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

mercado em 2006, alcançando uma ótima receptividade pelos produtores. Isso ocorreu essencialmente pelo melhor desempenho dos machos inteiros até o momento das aplicações da vacina.

O potencial genético para deposição protéica de machos inteiros é superior ao de machos castrados e fêmeas (PAULY et al., 2008). Essa relação faz com que as exigências nutricionais sejam diferentes em cada categoria. Assim, um aumento substancial no ganho de peso, por exemplo, estaria relacionado com a necessidade de um maior aporte nutricional nas dietas. Embora não existam tabelas nutricionais para esta categoria, a elevada produção de carne magra é um indicativo de que os animais necessitam de níveis diários mais elevados de aminoácidos em relação aos machos castrados ou aos animais de baixo potencial para deposição muscular (ABREU et al., 2007).

A imunocastração teve uma adoção tão rápida no Brasil que as estratégias nutricionais e alimentares não acompanharam essa evolução. Por diferentes razões, os machos inteiros são normalmente alimentados com as mesmas dietas de machos castrados e fêmeas. Essa condição ignora as possíveis alterações nas exigências dos suínos e pode representar um prejuízo produtivo, à medida que não permite aos animais a expressão de seu potencial máximo de desempenho. Diante do cenário brasileiro da criação de machos inteiros, permitida pela imunocastração, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de estudar as respostas de desempenho de machos castrados, machos inteiros e machos inteiros alimentados com um aporte suplementar em aminoácidos.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Setor de Suínos do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria, de fevereiro a abril de 2009. Foram utilizados 48 suínos machos castrados e inteiros, oriundos de cruzamentos industriais, homogêneos geneticamente, com peso inicial de $38,4 \pm 2,9$ quilogramas. Os animais foram alojados durante todo o período experimental em 24 baias (1,5x3,0m) equipadas com comedouros semi-automáticos e bebedouros tipo chupeta.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, sendo o peso vivo inicial utilizado como fator de bloqueamento. Os tratamentos foram constituídos por machos castrados cirurgicamente na primeira semana de vida (MC), machos inteiros (MI) e machos inteiros suplementados com um incremento de 5% em aminoácidos essenciais (MI+5%AA), com

oito repetições cada e dois animais por unidade experimental. As dietas experimentais (Tabela 1) foram definidas em função do peso vivo dos animais (crescimento 1: 30 a 50kg; crescimento 2: 51 a 70kg e terminação: 71 a 90kg) com base nas recomendações nutricionais do NRC (1998). Os animais receberam ração à vontade e tiveram livre acesso à água.

Os dados de ganho de peso foram obtidos por pesagens semanais individuais dos animais. O consumo diário de ração foi obtido pela pesagem da ração fornecida, subtraindo as sobras. A conversão alimentar foi estimada a partir das variáveis anteriores. O custo da ração foi calculado com base nos valores de aquisição dos ingredientes, orçados na região, em Janeiro de 2009. O custo do alimento por quilograma de peso vivo produzido ($R\$ \text{kg}^{-1}$) foi calculado considerando a conversão alimentar e o custo da ração. A composição das rações é apresentada na tabela 1.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo procedimento GLM com 5% de significância, incluindo no modelo o efeito do tratamento. Eventuais diferenças entre as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. As análises estatísticas foram realizadas com o programa estatístico MINTAB 15 (2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de desempenho são apresentados na tabela 2. O peso vivo médio final foi de 89,2kg, não diferindo ($P>0,05$) entre os tipos sexuais. Da mesma forma, o ganho médio diário de peso ($\pm 1,07\text{kg}$) não diferiu ($P>0,05$) entre os tratamentos. O consumo médio diário de ração foi de 2,43kg, sendo superior ($P<0,05$) para os MC em 5,5 e 5,2% em relação aos MI e aos MI+5%AA, respectivamente. A conversão alimentar média foi 2,28, sendo superior ($P<0,05$) para os MC em 6,2 e 11,6% em relação aos MI e aos MI+5%AA, respectivamente. A suplementação de aminoácidos reduziu ($P<0,05$) em 5,7% a conversão alimentar nos machos inteiros. As diferenças observadas na conversão alimentar foram mais importantes a partir da terceira semana de avaliação.

Os resultados do custo do alimento por quilograma de peso vivo produzido são apresentados na tabela 3. O custo médio do alimento foi $R\$ 1,82 \text{kg}^{-1}$, sendo superior ($P<0,05$) para os MC em 6,2 e 8,9% em relação aos MI e aos MI+5%AA, respectivamente. A suplementação de aminoácidos não alterou ($P>0,05$) o custo do alimento nos machos inteiros.

A ingestão de alimento é influenciada pelo sexo, podendo ser superior em até 16% nos machos castrados em relação aos inteiros (MATTHEWS et al.,

Tabela 1 - Composição das dietas utilizadas no experimento para machos castrados (MC), machos inteiros (MI) e machos inteiros alimentados com um aporte suplementar em aminoácidos (MI+5% AA)

Ingredientes	-----Crescimento 1-----		-----Crescimento 2-----		-----Terminação-----	
	MC e MI	MI+5% AA	MC e MI	MI+5% AA	MC e MI	MI+5% AA
Milho	70,20	63,50	74,70	68,20	81,80	76,30
Farelo soja	23,20	25,90	20,20	23,00	13,70	16,00
F.carne e ossos	4,75	5,25	3,75	4,05	3,15	3,45
Sal comum	0,32	0,33	0,31	0,33	0,29	0,31
Calcário	0,25	0,25	0,35	0,30	0,55	0,30
Óleo soja	0,55	4,05	0,25	3,65	0,00	3,25
Premix	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
L-Lisina	0,12	0,10	0,15	0,12	0,15	0,13
Bac. Zinco	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Rhodimet ¹	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00
Composição ^{2,3}						
PB, %	18,50	19,40	17,10	17,90	14,50	15,20
EM, kcal kg ⁻¹	3.230	3.391	3.230	3.391	3.230	3.391
Lisina, %	1,01	1,06	0,94	0,98	0,77	0,81
Met+Cist, %	0,60	0,63	0,56	0,58	0,50	0,51
Metionina, %	0,30	0,32	0,27	0,29	0,24	0,24
Treonina, %	0,70	0,73	0,65	0,68	0,54	0,57
Triptofano, %	0,20	0,21	0,18	0,20	0,15	0,16
Arginina, %	1,20	1,28	1,09	1,16	0,88	0,94
Histidina, %	0,49	0,51	0,46	0,48	0,39	0,41
Leucina, %	1,68	1,72	1,59	1,63	1,41	1,44
Isoleucina, %	0,74	0,78	0,68	0,72	0,56	0,59
Valina, %	0,87	0,91	0,80	0,84	0,68	0,71
Fenilalanina, %	0,89	0,93	0,83	0,87	0,70	0,73
Fen+Tir, %	1,49	1,56	1,38	1,45	1,17	1,22

¹DL-metionina (88%), apresentação líquida; ²análise efetuada via NIRS; ³baseado na matéria seca.

2000). De maneira geral, é comum um maior apetite dos machos castrados (ZAMARATSKAIA, 2004). O apetite pode ser influenciado por vários fatores como a suplementação aminoacídica, produção de leptina e testosterona, dentre outros. Pela complexidade da ingestão de alimento, fica difícil identificar qual fator determinou o maior consumo nos machos castrados. A hipótese aminoacídica não se sustenta, pois, no caso específico, entre machos inteiros e inteiros +5%AA, não houve diferença significativa. É possível que a maior ingestão de alimento observada nos machos castrados possa ser explicada pelo efeito da leptina. Isso foi demonstrado pelas correlações genéticas positivas entre ingestão residual e concentração plasmática de leptina (HOQUE et al., 2009). Outra hipótese provável para a menor ingestão de alimento dos machos inteiros em relação aos castrados é a produção de testosterona, que apresenta flutuações sazonais, influenciando negativamente a ingestão de alimento quando as concentrações de testosterona são máximas (LANTHIER et al., 2006). Em relação aos

machos inteiros, suínos imunocastrados apresentam consumo de alimento superior (DUNSHEA et al., 2001). Em imunocastrados, o comportamento alimentar é alterado após a aplicação da segunda dose da vacina, quando os níveis de testosterona decrescem, estimulando o apetite (PAULY et al., 2009).

O ganho de peso dos suínos pode ser influenciado pelo sexo (ADAMS, 2005), genótipo (WECKE & LIEBERT, 2009), nutrição (THONG & LIEBERT, 2004) e agentes anabólicos de origem testicular (BOWEN et al., 2006) que estimulam o crescimento muscular e a retenção de nitrogênio nos machos inteiros (OLIVER et al., 2005). Como esses fatores podem interferir de diferentes formas sobre o ganho de peso, as repostas observadas na literatura são variadas. O ganho de peso de machos inteiros pode ser superior (DUNSHEA et al., 2001), semelhante (SINCLAIR et al., 2005) ou inferior (PAULY et al., 2008) aos machos castrados. Tendo em vista que a ingestão de alimento é o fator explicativo mais importante do ganho de peso, era esperado um ganho superior nos

Tabela 2 - Desempenho de machos castrados (MC), machos inteiros (MI) e machos inteiros alimentados com um aporte suplementar em aminoácidos (MI+5%AA).

Variáveis	Período (dias)	-----Tratamentos-----			dpr ¹	P ²
		MC	MI	MI+5%AA ³		
Peso vivo, kg	PI	39,1	38,8	38,7	3,30	0,97
	07	44,9	44,9	44,0	3,80	0,50
	14	52,3	51,8	50,6	4,00	0,70
	21	60,3	60,2	59,2	4,40	0,86
	28	67,9	68,0	67,4	4,80	0,96
	35	75,6	76,2	76,1	4,90	0,97
	42	83,2	83,5	84,0	5,30	0,93
	47	88,7	89,1	89,9	5,60	0,95
	Consumo de ração, kg dia ⁻¹	01-07	1,73	1,77	1,62	0,15
08-14		2,12	2,08	1,91	0,19	0,09
15-21		2,28	2,22	2,11	0,16	0,15
22-28		2,81	2,72	2,55	0,22	0,07
29-35		2,98 ^a	2,82 ^{ab}	2,68 ^b	0,16	0,00
36-42		3,25 ^a	2,89 ^b	2,80 ^b	0,31	0,01
43-47		2,71 ^a	2,48 ^{ab}	2,51 ^b	0,20	0,02
Médias		2,55 ^a	2,41 ^b	2,29 ^b	0,16	0,01
Ganho de peso, kg dia ⁻¹		01-07	0,82	0,86	0,75	0,10
	08-14	1,06	0,99	0,94	0,10	0,06
	15-21	1,14	1,19	1,22	0,10	0,34
	22-28	1,08	1,12	1,16	0,11	0,34
	29-35	1,10	1,16	1,25	0,11	0,07
	36-42	1,08	1,04	1,12	0,11	0,36
	43-47	1,10	1,12	1,17	0,11	0,95
	Médias	1,06	1,07	1,09	0,07	0,41
	Conversão alimentar	01-07	2,13	2,05	2,17	0,22
08-14		1,99	2,09	2,04	0,14	0,30
15-21		1,99 ^a	1,86 ^b	1,73 ^b	0,18	0,00
22-28		2,62 ^a	2,43 ^{ab}	2,20 ^b	0,22	0,00
29-35		2,71 ^a	2,44 ^b	2,15 ^c	0,17	0,00
36-42		3,01 ^a	2,80 ^b	2,52 ^b	0,25	0,00
43-47		2,48	2,22	2,18	0,24	0,19
Médias		2,42 ^a	2,27 ^b	2,14 ^c	0,08	0,00

^{a, b} letras diferentes na mesma linha diferem pelo Teste de Tukey (P<0,05), ¹ desvio padrão residual, ² nível de probabilidade.

machos castrados, o que não foi observado. É possível que isso esteja relacionado à composição corporal entre os dois tipos sexuais, em que os machos castrados têm uma deposição lipídica superior, o que exige um maior consumo energético.

Os machos inteiros têm melhor conversão alimentar em relação a machos castrados e fêmeas (PAULY et al., 2009), podendo ser até 15% melhor em relação aos machos castrados (PAULY et al., 2008). A conversão alimentar dos suínos pode ser influenciada

principalmente pelo sexo (ADAMS, 2005), genótipo (MOREIRA et al., 2002) e nutrição (THONG & LIEBERT, 2004). Machos inteiros têm maior massa muscular que os castrados, o que torna a conversão alimentar mais eficiente (QUINIQU et al., 1996). Isso pode explicar, em parte, a melhor conversão de machos inteiros em relação aos castrados. De maneira geral, os machos inteiros são mais eficientes por expressarem a ação exercida pelos esteroides testiculares (BOWEN et al., 2006). A diferença observada entre machos inteiros

Tabela 3 - Custo do alimento (R\$ kg⁻¹) de machos castrados (MC), machos inteiros (MI) e machos inteiros alimentados com um aporte suplementar em aminoácidos (MI+5%AA).

Peso vivo, kg	-----Tratamentos-----			dpr ¹	P ²
	MC	MI	MI +5% AA		
38-45	1,58 ^a	1,65 ^{ab}	1,82 ^b	0,17	0,03
45-52	1,60	1,69	1,70	0,10	0,16
52-59	1,74 ^a	1,50 ^b	1,44 ^b	0,15	0,03
59-67	2,09 ^a	1,93 ^{ab}	1,81 ^b	0,17	0,01
67-76	2,16 ^a	1,93 ^b	1,77 ^b	0,13	0,00
76-83	2,35 ^a	2,07 ^b	1,92 ^b	0,19	0,00
83-89	1,93	1,80	1,81	0,19	0,38
38-89	1,92 ^a	1,80 ^b	1,75 ^b	0,26	0,00

^{a, b} letras diferentes na mesma linha diferem pelo Teste de Tukey (P<0,05), ¹ desvio padrão residual, ² nível de probabilidade.

suplementados ou não com aminoácidos pode ser explicada pela menor termogênese, associada ao metabolismo protéico comum em dietas suplementadas como aminoácidos livres (VAN MILGEN et al., 2000).

A ração representa 65% dos custos de produção dos suínos. De maneira geral, o sexo, a conversão alimentar, a eficiência alimentar e a nutrição são as variáveis que mais influenciam nesses custos (HERMESCH et al., 2003). O sexo foi uma variável que influenciou diretamente no custo do alimento dos animais, pois houve diferença significativa entre os machos castrados e inteiros. Esse custo está fortemente relacionado à concentração energética do tecido depositado pelo animal, sendo superior nos animais com maior taxa de deposição de lipídeos (LOVATTO et al., 2006; MASCARENHAS et al., 2002). O interessante, ao se analisar os resultados, é que o custo absoluto não variou entre machos inteiros suplementados ou não com aminoácidos.

CONCLUSÃO

A categoria de macho (castrado ou inteiro) e a suplementação aminoacídica não afetam no peso vivo e no ganho de peso. Porém, machos inteiros apresentam menor consumo de ração, melhor conversão alimentar e menor custo do alimento. Além disso, a suplementação de 5% de AA favorece a conversão alimentar de machos inteiros.

AGRADECIMENTOS

À equipe do Setor de Suínos, pelo auxílio na condução experimental. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsas de pós-graduação a Glauber Valentim Porolnik, Carlos Augusto Rigon Rossi, Cheila Roberta Lehen e Ines Andretta. Ao Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

(CNPq), pela concessão de bolsa de produtividade a Paulo Alberto Lovatto. À Adisseo Brasil Nutrição Animal Ltda, pelo financiamento parcial do projeto.

REFERÊNCIAS

ABIPECS. **Produção de carne suína no Brasil**. Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína. Disponível em: <<http://www.abipecs.org.br/news/142/99/Suinos-producao-cresce-7-em-2009-com-avancos-tecnologicos.html>>. Acesso em: 16 fev. 2010.

ABREU, M.L.T.D. et al. Níveis de lisina digestível em rações, utilizando-se o conceito de proteína ideal, para suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne magra na carcaça dos 60 aos 95kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.54-61, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v36n1/a08v36n1.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2011. doi: 10.1590/S1516-35982007000100008.

ADAMS, T.E. Using gonadotropin-releasing hormone (GnRH) and GnRH analogs to modulate testis function and enhance the productivity of domestic animals. **Animal Reproduction Science**, v.88, p.127-139, 2005. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037843200500134X>>. Acesso em: 10 jan. 2010. doi: 10.1016/j.anireprosci.2005.05.006.

BONNEAU, M. Effects of age and live weight on fat 5 alpha-androstenedione levels in young boars fed two planes of nutrition. **Reproduction Nutritive Development**, v.27, p.413-422, 1987. Disponível em: <http://rnd.edpsciences.org/index.php?option=com_article&access=doi&doi=10.1051/rnd:19870304&Itemid=129>. Acesso em: 10 jan. 2010. doi: 10.1051/rnd:19870304.

BOWEN, A. et al. Immunization of pigs against chicken gonadotropin-releasing hormone-II and lamprey gonadotropin-releasing hormone-III: effects on gonadotropin secretion and testicular function. **Journal of Animal Science**, v.84, p.2990-2999, 2006. Disponível em: <<http://jas.fass.org/content/84/11/2990.short>>. Acesso em: 12 fev. 2010. doi: 10.2527/jas.2006-235.

DUNSHEA, F.R. et al. Vaccination of boars with a GnRH vaccine (Improvac) eliminates boar taint and increases growth performance. **Journal of Animal Science**, v.79, p.2524-2535,

2001. Disponível em: <<http://jas.fass.org/content/79/10/2524.short>>. Acesso em: 22 dez. 2009.
- HERMESCH, S. et al. Economic weights for feed intake in the growing pig derived from a growth model and an economic model. **Journal of Animal Science**, v.81, p.895-903, 2003. Disponível em: <<http://jas.fass.org/content/81/4/895.short>>. Acesso em: 07 jan. 2010.
- HOQUE, M.A. et al. Genetic associations of residual feed intake with serum insulin-like growth factor-I and leptin concentrations, meat quality, and carcass cross sectional fat area ratios in Duroc pigs. **Journal of Animal Science**, v.87, p.3069-3075, 2009. Disponível em: <<http://jas.fass.org/content/87/10/3069.full>>. Acesso em: jan. 2010. doi: 10.2527/jas.2008-1268.
- LANTHIER, F. et al. Characterizing developmental changes in plasma and tissue skatole concentrations in the prepubescent intact male pig. **Journal of Animal Science**, v.84, p.1699-1708, 2006. Disponível em: <<http://jas.fass.org/content/84/7/1699.full>>. Acesso em: 20 jan. 2010. doi: 10.2527/jas.2005-633.
- LOVATTO, P.A. et al. Effects of feed restriction and subsequent refeeding on energy utilization in growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.84, p.3329-3336, 2006. Disponível em: <<http://jas.fass.org/content/84/12/3329.short>>. Acesso em: 21 dez. 2009. doi: 10.2527/jas.2006-048.
- MARTINEZ-RAMIREZ, H.R. et al. Dynamics of body protein deposition and changes in body composition after sudden changes in amino acid intake: II. Entire male pigs. **Journal of Animal Science**, v.86, p.2168-2179, 2008. Disponível em: <<http://jas.fass.org/content/86/9/2168.short>>. Acesso em: 10 jan. 2010. doi: 10.2527/jas.2007-0236.
- MASCARENHAS, A.G. et al. Fontes e níveis de energia digestível em rações para suínos machos inteiros dos 60 aos 100kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1409-1417, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982002000600011&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 10 jan. 2010. doi.org/10.1590/S1516-35982002000600011.
- MATTHEWS, K.R. et al. An international study on the importance of androstene and skatole for boar taint: III. Consumer survey in seven European countries. **Meat Science**, v.54, p.271-283, 2000. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174099001023>>. Acesso em: 14 dez. 2009. doi:10.1016/S0309-1740(99)00102-3.
- MINITAB. **User's guide: Meet Minitab 15**. Stat College, PA, 2007. 142p.
- MOREIRA, I. et al. Exigência de lisina para machos castrados de dois grupos genéticos de suínos na fase de terminação, com base no conceito de proteína ideal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.96-103, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982002000100011&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: Nov. 2009. doi: org/10.1590/S1516-35982002000100011.
- NRC - **National Research Council, nutrient requirements of swine**. Washington: NRC/National Academy of Science, 1998. 189p.
- OLIVER, W.T. et al. Pigs weaned from the sow at 10 days of age respond to dietary energy source of manufactured liquid diets and exogenous porcine somatotropin. **Journal of Animal Science**, v.83, p.1002-1009, 2005. Disponível em: <<http://jas.fass.org/content/83/5/1002.full>>. Acesso em: 15 dez. 2009.
- PAULY, C. et al. Growth performance, carcass characteristics and meat quality of group-penned surgically castrated immunocastrated (Improvac[®]) and entire male pigs and individually penned entire male pigs. **Animal**, p.1-10, 2009. Disponível em: <<http://journals.cambridge.org/action/displayFulltext?type=1&pdfType=1&fid=5749672&jid=ANM&volumeId=3&issueId=&aid=5749664>>. Acesso em: 12 dez. 2009. doi:10.1017/S1751731109004418.
- PAULY, C. et al. Performances, meat quality and boar taint of castrates and entire male pigs fed a standard and a raw potato starch-enriched diet. **Animal**, v.2, p.1707-1715, 2008. Disponível em: <<http://journals.cambridge.org/action/displayFulltext?type=1&fid=2468616&jid=ANM&volumeId=2&issueId=11&aid=2468608>>. Acesso em: 12 dez. 2009. doi: 10.1017/S1751731108002826.
- QUINIOU, N. et al. Effect of energy intake on the performance of different types of pig from 45 to 100 kg body weight. 1. Protein and lipid deposition. **Journal of Animal Science**, v.63, p.277-288, 1996. Disponível em: <<http://journals.cambridge.org/action/displayFulltext?type=1&fid=941396&jid=ASC&volumeId=82&issueId=06&aid=941384>>. Acesso em: 13 nov. 2009. doi: 10.1017/ASC2006110.
- SINCLAIR, P.A. et al. Metabolism of the 16-androstene steroids in primary cultured porcine hepatocytes. **Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology**, v.96, p.79-87, 2005. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960076005001408>>. Acesso em: 13 jan. 2010. doi:10.1016/j.jsbmb.2005.01.030.
- THONG, H.T., LIEBERT, F. Amino acid requirement of growing pigs depending on amino acid efficiency and level of protein deposition. 2nd communication: threonine. **Archives of Animal Nutrition**, v.58, p.157-168, 2004. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00039420410001667520>>. Acesso em: 08 jan. 2010. doi: 10.1080/00039420410001667520.
- VAN MILGEN, J. et al. Modeling the relation between energy intake and protein and lipid deposition in growing pigs. **Animal Science**, v.71, p.119-130, 2000. Disponível em: <http://www.bsas.org.uk/Publications/Animal_Science/2000/Volume_71_Part_1/119/AS.pdf>. Acesso em: 08 jan. 2010.
- WECKE, C., LIEBERT, F. Lysine requirement studies in modern genotype barrows dependent on age, protein deposition and dietary lysine efficiency. **Journal Animal Physiologic Animal Nutrition**, v.93, n.8, p.295-304, 2009. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1439-0396.2009.00923.x/pdf>>. Acesso em: 08 jan. 2010. doi: 10.1111/j.1439-0396.2009.00923.x.
- ZAMARATSKAIA, G. Factors involved in the development of boar taint. **Acta Universitatis Agriculturae Sueciae**, v.444, p.1401-6249, 2004. Disponível em: <http://pub.epsilon.slu.se/532/2/Thesis_for_epsilon.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2009.