



Efeito do genótipo halotano, da ractopamina e do sexo do animal na qualidade da carne suína

Ana Maria Bridi¹, Audiléia Rocha de Oliveira², Nilva Aparecida Nicolao Fonseca³, Massami Shimokomaki⁴, Luiz Lehmann Coutinho⁵, Caio Abércio da Silva³

¹ Bolsista Recém-Doutor do CNPq junto ao Departamento de Zootecnia da UEL - Londrina, PR.

² Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos - Londrina, PR.

³ Departamento de Zootecnia da UEL - Londrina, PR.

⁴ Departamento de Tecnologia de Alimentos e Medicamentos da UEL.

⁵ Departamento de Produção Animal da ESALQ - Piracicaba, SP.

RESUMO - Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito da adição de ractopamina na ração sobre a qualidade da carne de suínos dos genótipos halotano homozigoto dominante (Hal^{NN}) e heterozigoto (Hal^{Nn}). Durante o experimento (21 dias), 24 suínos machos castrados e 12 fêmeas (metade de cada genótipo) com peso médio inicial de 72,6 kg de PV foram avaliados segundo delineamento experimental em blocos casualizados, em arranjo fatorial $2 \times 2 \times 2$ (dois genótipos halotano; duas rações: controle e com adição de 10 ppm de ractopamina; e dois sexos: machos castrados e fêmeas). A análise do DNA genômico foi realizada por intermédio das técnicas de PCR-RLPC. A avaliação da qualidade da carne foi realizada no músculo *Longissimus dorsi* e o pH da carne foi medido 45 minutos (pH inicial) e 24 horas após o abate (pH final). Avaliaram-se a perda de água por gotejamento durante o degelo e a cocção, a cor da carne, o grau de marmoreio e a maciez objetiva. Não houve interação genótipo \times ractopamina para as características de qualidade da carne avaliadas. Nenhum animal do genótipo homozigoto dominante apresentou carne PSE (textura mole, cor pálida e com pouca água), ao passo que os suínos do genótipo heterozigoto apresentaram carne com 33,3% de PSE. O uso de 10 ppm de ractopamina na ração não afetou os parâmetros de qualidade da carne. Os animais do genótipo Hal^{Nn} apresentaram carne com qualidade inferior à dos suínos Hal^{NN} . O pH final foi menor e a incidência de carne PSE foi maior nos suínos machos castrados que nas fêmeas.

Palavras-chave: carne PSE, gene halotano, qualidade da carne

Effect of halothane genotype, ractopamine and sex on pork meat quality

ABSTRACT - The effect of adding dietary ractopamine on meat quality of dominant homozygote (Hal^{NN}) and heterozygote (Hal^{Nn}) halothane animal genotypes was evaluated in this trial. During the experiment (21 days), it was used 24 barrows and 12 gilts (half of each halothane genotype) averaging 72.6 kg initial BW. The experiment was analyzed as a randomized block with a $2 \times 2 \times 2$ factorial arrangement (two halothane genotypes, two diets: control and with 10 ppm of ractopamine and two categories: barrows and gilts). The genomic DNA evaluation was performed by PCR-RLPC. *Longissimus dorsi* muscle was used for measurement of initial pH (pH45), final pH (pH24) and drip, chilling and cooking losses, meat color, marbleness, and objective softness. No effect of genotype \times ractopamine interaction on meat characteristic was noticed. Meat of Hal^{NN} animals did not show thawing loss and paler (PSE) while that of Hal^{Nn} had about 33.3% of PSE. Ractopamine did not affect meat quality parameters. Meat of Hal^{Nn} animals had lower quality than those of Hal^{NN} pigs. Meat from barrows presented lower final pH and higher PSE incidence than gilts.

Key Words: halothane genotype, meat quality, PSE meat

Introdução

A carne suína é a fonte de proteína animal mais consumida no mundo. O Brasil é apontado como o país que poderá liderar a produção mundial de suínos por ser um dos maiores produtores de grãos, condição primária para a sustentação da cadeia suinícola. As expectativas de atendimento deste mercado exigem investimento contínuo para melhorar a produtividade e a qualidade da carne.

Alguns recursos genéticos e nutricionais são elementos importantes neste segmento, incrementando os índices da suinocultura no Brasil e no mundo. A presença do gene halotano nos suínos promove a deposição de carne na carcaça, não obstante, a carne destes animais apresenta menores valores de pH no músculo após abate (pH inicial) em relação à carne de suínos livres do gene halotano (Ourique & Nicolaiewsky, 1990; Sather et al., 1991; Leach et al., 1996; Ellis, 1998; Tam et al., 1998; Culau, 1999; Monin

et al., 1999; Channon et al., 2000; Fisher et al., 2000; Hamilton et al., 2000; Bridi et al., 2003). Portanto, a presença do alelo halotano aumenta a frequência de carcaças classificadas como PSE (carne de textura mole, de cor pálida e que retém pouca água) (Eikelenboom & Costa, 1988; Leach et al., 1996; Culau, 1999; Channon et al., 2000; Fisher et al., 2000; Bridi et al., 2003).

Entre os recursos nutricionais, destacam-se as drogas β -adrenérgicas, que, representadas comercialmente pela ractopamina, são classificadas como promotores de crescimento, agindo como modificadores do metabolismo do animal, sendo análogos estruturais das catecolaminas (adrenalina e noradrenalina). Essas drogas são usadas na produção animal por promoverem a deposição de tecido muscular em detrimento do tecido adiposo. A qualidade da carne suína (pH inicial, cor, capacidade de retenção de água e frequência de PSE) não é afetada pela inclusão de ractopamina na ração (Warris et al., 1990; MØller et al., 1992; Zagury et al., 2002). Porém, o pH final da carne tende a ser mais elevado e a carne torna-se mais dura (Warris et al., 1990; MØller et al., 1992).

O sexo pode ocasionar diferenças no desempenho dos animais durante os períodos de crescimento e, principalmente, de terminação (Unruh et al., 1996; Latore et al., 2004). Essas diferenças alteram o padrão de deposição dos tecidos magro e adiposo na carcaça e as propriedades tecnológicas da carne (Ellis, 1998; Unruh et al., 1996; Latore et al., 2004).

Neste trabalho, foram analisados os efeitos do genótipo halotano, do agonista β -adrenérgico ractopamina e do sexo do animal sobre a qualidade da carne de suínos.

Material e Métodos

Para a identificação do gene halotano, foi coletado sangue de 200 suínos recém-nascidos, da genética Agroceres – PIC, em uma granja multiplicadora de suínos localizada na cidade de Londrina-PR. Cada animal foi identificado com uma tatuagem e o sangue (5 mL) foi coletado em tubos a vácuo contendo o anticoagulante ácido etilenodiaminotetracético (EDTAK3 a 15% - 54 μ L/tubo). As amostras de sangue foram identificadas e congeladas a -20°C para posterior extração do DNA genômico.

A análise do DNA (ácido desoxirribonucléico) foi realizada no Laboratório de Biotecnologia Animal da ESALQ - Piracicaba, SP. O DNA genômico foi extraído dos leucócitos sangüíneos adaptando-se o protocolo de extração de DNA com cloreto de sódio (NaCl), descrito por Miller et al. (1988). Após a extração, as amostras foram conservadas a -20°C para posterior utilização nos testes de amplificação dos

fragmentos específicos do gene halotano. Um fragmento da seqüência de DNA do gene do receptor rianodina suíno contendo 81 pares de bases foi amplificado pela técnica de PCR (reação da polimerase em cadeia) utilizando-se um par de oligonucleotídeos designados como *primer* MH-F (5'-GTTCCCTGTGTGTGAATGGTG-3') e *primer* MH-R (5'-ATCTCTAGAGCCAGGGAGCAAGTTCTCAGTAAT-3') (Fujii et al., 1991). O *primer* MH-F corresponde à seqüência dos nucleotídeos 1811 até 1834 e o MH-R, à seqüência complementar aos nucleotídeos 1861 até 1893. O produto da amplificação por PCR foi clivado com a enzima de restrição *HhaI* (Life TechnologiesTM - GibcoBRL) para a análise do polimorfismo do comprimento dos fragmentos de restrição (RLPC). A enzima de restrição *HhaI* cliva o DNA no sítio 5'-GCG↓C-3' e 3'-C↑GCG-5'.

Para verificação do polimorfismo do comprimento dos fragmentos de restrição, as amostras foram submetidas à eletroforese em gel de agarose e o gel com os produtos de amplificação/restrrição foi analisado por meio da transmissão de luz ultravioleta (Sambrook et al., 1989). A digestão dos produtos de amplificação com a enzima *HhaI* permitiu observar dois fragmentos (de 49 e 32 pares de bases) para animais homozigotos normais (Ha^{NN}), três fragmentos (de 49, 32 e 81 pares de bases) para heterozigotos (Ha^{Nn}) e somente um fragmento (de 81 pares de bases) para indivíduos mutantes (Ha^{nn}).

A partir destas análises, foram selecionados 18 suínos homozigotos dominantes (Ha^{NN}) e 18 heterozigotos (Ha^{Nn}) para o gene halotano. De cada genótipo foram selecionados 12 machos castrados e 6 fêmeas, perfazendo um total de 36 unidades experimentais. Os animais selecionados foram transferidos e criados no Setor de Suinocultura da Fazenda Escola da Universidade Estadual de Londrina.

O experimento foi iniciado quando os suínos atingiram o peso médio de 72,6 kg de PV e teve duração de 21 dias. Na fase de crescimento 2 (início do experimento até 80 kg de PV) e na de terminação (80 kg de PV até o abate), as rações foram fornecidas à vontade, seguindo as recomendações mínimas do NRC (1998) (Tabela 1).

Ao atingirem peso médio de 94 kg, os animais foram abatidos em um matadouro localizado a 30 km da Fazenda Escola. Os animais foram submetidos a jejum de sólidos por 12 horas antes do transporte, sendo mantidos sob dieta hídrica até o abate. O tempo de transporte foi de aproximadamente uma hora e os animais foram mantidos nas baias de descanso no frigorífico por menos de uma hora. Os suínos foram insensibilizados por corrente elétrica utilizando-se um equipamento da marca Petrovina[®] IS 2000 com dois eletrodos, aplicando-se choque elétrico (350 volts e 1,3 ampères) por aproximadamente 3 segundos. Os animais

Tabela 1 - Composição e valor nutricional das rações utilizadas nas fases de crescimento e terminação

Table 1 - Composition and nutritional value of diets fed during the growing-finishing phases

Ingrediente (%) <i>Ingredient</i>	Composição da ração <i>Diet composition</i>	
	Crescimento <i>Growing</i>	Terminação <i>Finishing</i>
Milho <i>Corn</i>	73,26	74,612
Farelo de soja <i>Soybean meal</i>	19,62	18,375
Suplemento mineral e vitamínico <i>Mineral and vitaminic supplement</i>	4,0	4,0
Ractopamina ou material inerte <i>Ractopamine or inert material</i>	0,050	0,050
Óleo de soja <i>Soybean oil</i>	2,53	2,476
L-lisina HCl 78% <i>L-lysine</i>	0,285	0,237
Sal <i>Salt</i>	0,25	0,25
Valor nutricional <i>Nutritional value</i>		
Energia metabolizável (kcal/kg) <i>Metabolizable energy</i>	3.265	3.265
Proteína bruta (%) <i>Crude protein</i>	15,5	15,0
Fibra bruta (%) <i>Crude fiber</i>	2,7	2,649
Matéria seca (%) <i>Dry matter</i>	88,204	88,173
Gordura (%) <i>Fat</i>	5,196	5,178
Fósforo total (%) <i>Total phosphorus</i>	0,284	0,280
Cálcio (%) <i>Calcium</i>	0,093	0,089
Metionina (%) <i>Methionine</i>	0,252	0,246
Lisina (%) <i>Lysine</i>	0,970	0,90

* Suplemento mineral e vitamínico de crescimento - por quilograma do produto (*growing mineral and vitamin supplement - amount per kilogram of product*): ácido fólico (*folic acid*) 28 mg; ácido pantotênico (*pantothenic acid*) 280 mg; antioxidante (*antioxidant*), 9 mg; biotina (*biotin*), 1,5 mg; Ca, 190 g; Co, 4,6 mg; Cu, 3.412 mg; colina (*choline*) 4 g; Fe, 2.900 mg; F, 595 mg; P, 62 g; I, 37 mg; Mn, 1.200 mg; niacina (*niacin*) 554 mg; piridoxina (*pyridoxine*) 50 mg; promotor de crescimento (*growth promoter*) 2.000 mg; riboflavina (*riboflavin*) 112 mg; Se, 9 mg; sódio (*sodium*) 54 g; tiamina (*thiamine*) 28 mg; vit. A, 140.000 UI/kg; vit. B12, 700 mcg; vit. D3, 56.000 UI/kg; vit. E, 280 mg; vit. K3, 56 mg; Zn, 2.750 mg.

* Suplemento mineral e vitamínico de terminação - por quilograma do produto (*finishing mineral and vitamin supplement - amount per kilogram of product*): ácido fólico (*folic acid*) 8,8 mg; ácido pantotênico (*pantothenic acid*), 173 mg; antioxidante (*antioxidant*) 9 mg; biotina (*biotin*), 0,42 mg; Ca, 190 g; Co, 3,6 mg; Cu, 2.126 mg; Fe, 1.820 mg; F, 485 mg; P, 49 g; I, 29,5 mg; Mn, 836 mg; niacina (*niacin*) 426 mg; piridoxina (*pyridoxin*) 13,3 mg; promotor de crescimento (*growth promoter*) 1.485 mg; riboflavina (*riboflavin*) 71 mg; Se, 8 mg; Na, 58,5 g; tiamina (*thiamine*) 13,3 mg; vit. A, 93.000 UI/kg; vit. B12, 520 mcg; vit. D3, 24.000 UI/kg; vit. E, 106 mg; vit. K3, 56 mg; Zn, 2.049 mg.

foram abatidos pelo corte da veia jugular, efetuando-se a sangria na horizontal. Após o abate, a escaldagem e a evisceração, as carcaças foram divididas ao meio no sentido longitudinal, sendo mantidas na câmara de resfriamento do frigorífico a $2 \pm 1^\circ\text{C}$ por 24 horas.

O pH da carne foi medido no músculo *Longissimus dorsi*, com auxílio do potenciômetro Sentron 1001, na altura da última costela, 45 minutos após o abate (pH inicial) e 24 horas após resfriamento (pH final) a $2 \pm 1^\circ\text{C}$.

Vinte e quatro horas após o abate, as meias-carcaças esquerdas foram cortadas na altura da última costela, retirando-se amostras do músculo *Longissimus dorsi*, a partir da altura da última costela, em direção à porção cranial do animal. As amostras foram identificadas, acondicionadas em caixas de isopor e transportadas para o laboratório, sendo então armazenadas a -18°C . De cada animal foram retiradas duas bistecas de aproximadamente 3 cm de espessura. A primeira bisteca foi utilizada para avaliação da cor, do marmoreio e da perda de água por gotejamento e a segunda para determinação da maciez (força de cisalhamento) e da perda de água por descongelamento e cocção.

A capacidade de retenção de água da carne foi avaliada considerando-se as perdas de água por gotejamento, descongelamento e cocção. A perda de água por gotejamento foi avaliada segundo a técnica descrita por Bocard et al. (1981) e a perda de água por descongelamento, pela diferença de peso da amostra congelada e após armazenamento por 24 horas a $2 \pm 2^\circ\text{C}$. A perda por cocção foi obtida pela diferença de peso da amostra descongelada e após o cozimento em banho-maria, com pré-aquecimento a 85°C até a amostra atingir temperatura interna de aproximadamente 78°C .

A cor foi analisada no músculo *Longissimus dorsi* 24 horas após o abate utilizando-se o colorímetro portátil Minolta® CR10, com esfera de integração e ângulo de visão de 8° , ou seja, iluminação d/8 e iluminante C. Os componentes L* (luminosidade), a* (componente vermelho-verde) e b* (componente amarelo-azul) foram expressos no sistema de cor CIELAB.

As carnes foram classificadas como PSE, normal e DFD utilizando-se os valores de pH final, os valores de L* e a perda de água por gotejamento, segundo metodologia descrita por Warner et al. (1997). Assim, a carne foi classificada como normal quando apresentou pH final menor que 6,0, valor de L* entre 42 e 50 e perda de água menor que 5%. Foi considerada PSE a carne com pH final menor que 6,0, valor de L* maior que 50 e perda de água maior que 5%. Foram consideradas DFD carnes com pH final maior que 6,0, valor de L* menor que 42 e perda de água por gotejamento menor que 5%.

A avaliação subjetiva do grau de marmoreio foi realizada utilizando-se padrões fotográficos (AMSA, 2001) e atribuindo-se notas de 1 a 5 (1 = traços de marmoreio e 5 = marmoreio abundante).

Para avaliação da maciez, amostras da carne foram cozidas em banho-maria pré-aquecido a 85°C até atingirem

temperatura interna de aproximadamente 78°C. Após a cocção, as amostras foram armazenadas por 24 horas a $2 \pm 2^\circ\text{C}$ e, em seguida, foram retiradas subamostras de 2 cm de largura, 1 cm de espessura e 1 cm de comprimento. A força de cisalhamento foi tomada perpendicular à orientação das fibras musculares com a lâmina Warner-Bratzler adaptada no texturômetro Stable Mycro Systems TA-XT2i (Bouton et al., 1971). As velocidades utilizadas foram de 5 mm/s no pré e no pós-teste e de 2 mm/s no teste.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, segundo o peso inicial dos animais, em arranjo fatorial $2 \times 2 \times 2$, dois genótipos halotano (homozigoto dominante e heterozigoto), dois níveis de ractopamina na ração (0 e 10 ppm) e dois sexos (machos castrados e fêmeas). O modelo matemático usado para a análise estatística foi:

$$Y_{ijklm} = \mu + S_i + G_j + R_k + B_l + (SG)_{ij} + (SR)_{ik} + (GR)_{jk} + \varepsilon_{ijklm}$$

em que: Y_{ijklm} = fator a ser analisado (variável dependente); μ = média geral; S_i = efeito do i -ésimo sexo; G_j = efeito do j -ésimo genótipo; R_k = efeito do k -ésimo ractopamina; B_l = efeito do l -ésimo do bloco; $(SG)_{ij}$ = interação sexo \times genótipo; $(SR)_{ik}$ = interação sexo \times ractopamina; $(GR)_{jk}$ = interação genótipo \times ractopamina; ε_{ijklm} = erro aleatório associado a cada repetição.

A análise da variância foi realizada pelo programa estatístico SAEG, versão 7.1 (UFV, 1997), utilizando-se o teste do Qui-quadrado para comparação da frequência de carnes PSE entre os tratamentos.

Resultados e Discussão

Pela análise da variância todas as interações binárias avaliadas não foram estatisticamente significativas para $P < 0,05$. Stoller et al. (2003) também não verificaram interação suplementação dietética de ractopamina \times linhagem genética de suínos e concluíram que o efeito da administração de ractopamina na dieta não depende da base genética.

Como demonstrado na Tabela 2, não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre a carne de suínos homozigotos dominantes (Hal^{NN}) livres do gene halotano e a dos heterozigotos portadores de um alelo halotano (Hal^{Nn}) para as características pH inicial e final da carne, temperatura da carcaça quente, grau de marmoreio e maciez da carne. Entretanto, outros pesquisadores (Sather et al., 1991; Leach et al., 1996; Ellis, 1998; Tam et al., 1998; Culau, 1999; Monin et al., 1999; Channon et al., 2000; Fisher et al., 2000; Hamilton et al., 2000; Bridi et al., 2003) verificaram que suínos portadores de uma ou duas cópias do gene halotano apresentaram valores inferiores de pH na carne logo na primeira hora após o abate (pH inicial).

Suínos portadores do gene halotano apresentam uma mutação gênica que provoca disfunção estrutural funcional da proteína do receptor rianodina do retículo sarcoplasmático do músculo esquelético. Esta disfunção faz com que grandes quantidades de Ca^{+2} sejam liberadas do retículo sarcoplasmático para dentro do sarcoplasma, provocando metabolismo celular acelerado, com rápido desdobramento do glicogênio e acidificação do músculo (Christian, 1997).

De acordo com a análise estatística, não houve diferença ($P > 0,05$) entre a carne de suínos homozigotos dominantes e a de heterozigotos para as perdas de água por gotejamento e cocção e para os valores de a^* (componente vermelho-verde). Contudo, a carne dos animais heterozigotos perdeu aproximadamente 90% a mais de água durante o descongelamento e apresentou coloração mais clara (maior valor de L^*) e maior valor de b^* (componente amarelo-azul) em relação à dos homozigotos ($P < 0,05$). Estes dados estão de acordo com os encontrados por Culau (1999), Leach et al. (1996) e Lahucky et al. (1997), que observaram que a coloração da carne se torna mais pálida (maior valor de L^*) à medida que aumenta o número de alelos "n".

O uso de 10 ppm de ractopamina na ração não afetou ($P > 0,05$) os valores de pH inicial e final da carne, a temperatura da carcaça 45 minutos após o abate, o grau de marmoreio e a maciez da carne dos suínos. Os resultados encontrados para os valores de pH inicial estão de acordo com os obtidos por Warris et al. (1990), Møller et al. (1992), Zagury et al. (2002) e Stoller et al. (2003). Todavia, Warris et al. (1990), Møller et al. (1992) e Wood et al. (1994) verificaram que o pH final da carne de suínos tratados com ractopamina foi mais elevado porque os agonistas β -adrenérgicos consomem o glicogênio muscular, resultando em menor produção e acúmulo de ácido láctico na carcaça pós-abate. Warris et al. (1990) e Wood et al. (1994) também observaram que suínos que consumiram ractopamina apresentaram carne mais dura, como resultado do aumento do diâmetro das fibras musculares ou, possivelmente, da redução da atividade da enzima proteolítica calpaína.

Os parâmetros de perda de água e coloração da carne não diferiram ($P > 0,05$) entre os suínos suplementados ou não com ractopamina. Os resultados foram semelhantes aos obtidos por Warris et al. (1990), Møller et al. (1992) e Zagury et al. (2002).

Suínos machos castrados e fêmeas não diferiram ($P > 0,05$) entre si quanto às características de pH inicial, marmoreio, maciez da carne, perda de água por gotejamento, perda por cocção e coloração da carne. Entretanto, as carcaças das fêmeas apresentaram ($P < 0,05$) temperatura mais elevada aos 45 minutos após o abate, maior perda por descongelamento e pH final da carne mais elevado que os machos castrados.

Tabela 2 - Efeito do genótipo, da ractopamina e do sexo na qualidade da carne suína (médias e desvios-padrão)
 Table 2 - Effect of halothane genotype, ractopamine and sex on pork meat quality (means and standard deviations)

Parâmetro Parameter	pH inicial Initial pH	pH final Final pH	Temperatura inicial da carcaça (°C) Initial carcass temperature (°C)	Marmoreio Marbling	Força cisalhamento (kg) Shear force (kg)	Perda água gotejamento (%) Drip loss (%)	Perda água descongelamento (%) Defrost loss (%)	Perda água cocção (%) Cooking loss (%)	a*	b*	L*
Genótipo <i>Genotype</i>											
Ha ¹ N ^N	6,43±0,41	5,92±0,33	35,46±1,57	1,80±0,85	9,62±1,81	3,42±1,15	1,84b±1,20	33,98±2,44	4,64±0,91	16,30b±0,73	48,30b±1,81
Ha ¹ N ⁿ	6,49±0,36	5,86±0,23	35,49±1,77	1,70±0,39	8,35±1,92	4,10±1,04	3,51a±2,38	34,11±2,09	5,19±0,94	17,12a±0,88	51,03a±2,04
Ractopamina <i>Ractopamine</i>											
Sem <i>Without</i>	6,45±0,41	5,85±0,31	35,33±1,68	1,73±0,63	8,61±2,10	4,04±1,00	2,56±1,86	33,96±2,75	5,27±0,88	16,75±0,89	49,46±2,14
Com 10 ppm <i>With 10 ppm</i>	6,48±0,37	5,93±0,24	35,62±1,65	1,78±0,69	9,45±1,69	3,56±1,21	2,81±2,32	34,14±1,47	4,55±0,91	16,67±0,93	49,88±2,60
Sexo <i>Sex</i>											
Macho castrado <i>Barrow</i>	6,45±0,44	5,79b±0,18	34,67b±1,49	1,58±0,71	9,30±1,87	3,72±1,31	1,77b±1,26	34,55±2,61	4,96±0,94	16,59±0,86	49,44±2,71
Fêmea <i>Female</i>	6,49±0,25	6,07a±0,34	36,95a±0,47	1,79±0,51	8,52±2,04	3,82±1,11	4,03a±2,26	32,29±1,23	4,82±1,01	16,92±0,97	50,07±2,11
Coefficiente de variação <i>Coefficient of variation</i>	6,24	4,03	3,86	36,37	21,45	36,83	58,40	6,87	19,13	5,14	4,09

a, b Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem (P<0,05) pelo teste F.

a, b Means followed by different letters in the column differ (P<0.05) by F test.

De acordo com a classificação da carne proposta por Warner et al. (1997), nenhum suíno do experimento apresentou carne DFD. A frequência de carnes PSE entre os animais pode ser observada na Figura 1.

A análise do teste qui-quadrado indicou relação ($P < 0,01$) do genótipo halotano e a frequência de carcaça PSE. Entre as carcaças provenientes de suínos de genótipo halotano homocigotos, nenhuma apresentou carne PSE, ao passo que 33,3% dos animais do genótipo halotano heterocigoto produziram carne PSE. Esses resultados estão de acordo com Eikelenboom & Costa (1988), Leach et al. (1996), Culau

(1999), Channon et al. (2000), Fisher et al. (2000) e Bridi et al. (2003), que também verificaram que a presença do alelo halotano aumentou a frequência de carcaças PSE, como resultado da maior produção e do acúmulo de ácido láctico na carcaça quente, provocando a desnaturação das proteínas e o aparecimento de carnes PSE.

Quanto à frequência de carne PSE entre os suínos que receberam ou não suplementação com ractopamina, não foi verificada diferença ($P > 0,05$) pela análise do teste qui-quadrado. A frequência de carcaças com carne PSE em suínos que receberam ou não ractopamina na ração foi de

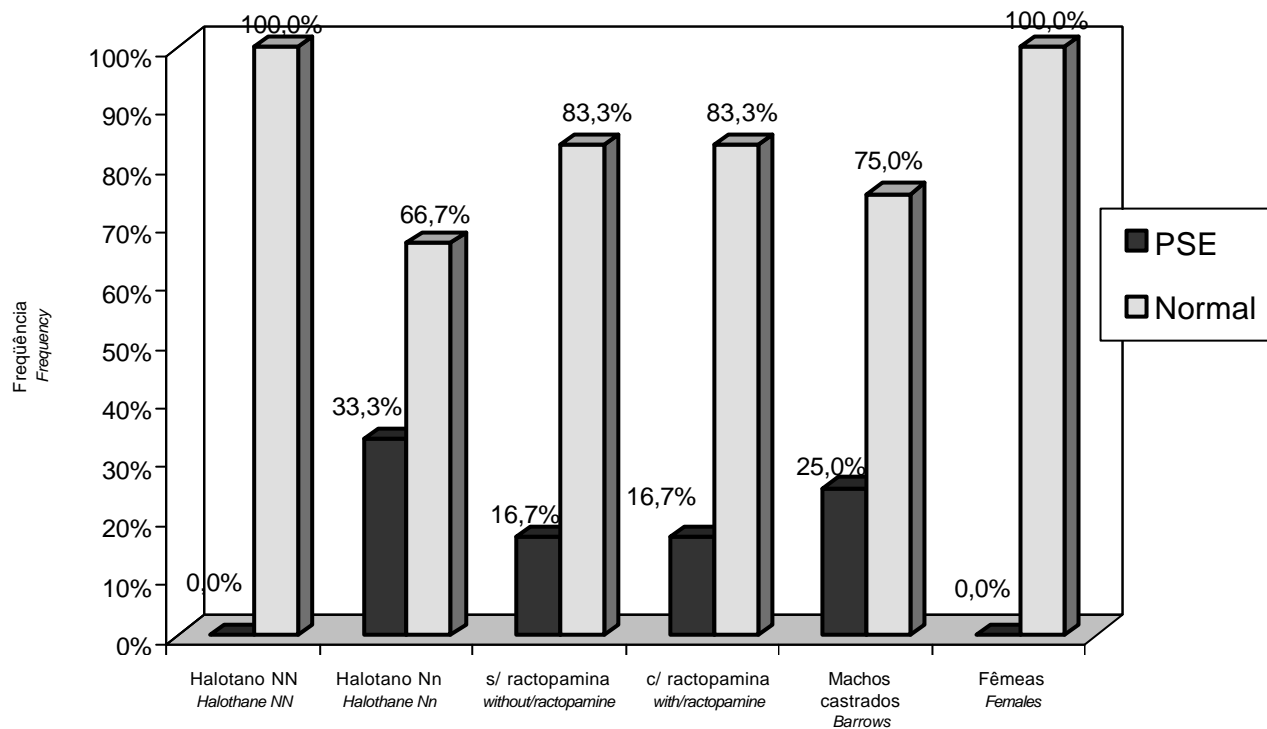


Figura 1 - Frequência de carcaças com carne normal e PSE entre genótipos halotano, com ou sem administração de ractopamina, de suínos machos castrados e fêmeas.

Figure 1 - Normal carcass and PSE frequency as affected by the halothane genotype, with or without ractopamine administration of barrows and females.

16,7%. Entretanto, Warris et al. (1990) e Wood et al. (1994) verificaram que animais tratados com o β -adrenérgico salbutamol apresentaram menor concentração de glicogênio muscular, diminuindo a queda do pH e a desnaturação protéica, o que resultou em aumento da capacidade de retenção de água da carne (Stock & Nancy, 1986) e diminuição da incidência de PSE.

As fêmeas não apresentaram carcaças com carne PSE, mas, nos machos castrados, a frequência foi de 25%, diferindo estatisticamente pelo teste do qui-quadrado ($P < 0,01$). Segundo Ellis (1998), carcaças mais pesadas apresentam menores valores de pH inicial e final e maior perda de água,

o que resulta em maior incidência de carne PSE. Em mesma idade, machos castrados possuem maior peso de abate que fêmeas, fato que pode ter ocasionado a maior incidência de PSE nesses animais.

Conclusões

A carne dos suínos do genótipo halotano heterocigoto apresentou maior perda de água, coloração mais clara e maior incidência de PSE que a dos suínos homocigotos. A inclusão de ractopamina na ração não alterou os parâmetros da qualidade da carne avaliados. Os suínos machos castrados,

em relação às fêmeas, produziram carcaças com maior incidência de carne PSE e carne com menores valores de pH final.

Agradecimento

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de Recém-Doutor à primeira autora e pela ajuda financeira concedida através da taxa de bancada. À Empresa ELANCO do Brasil, pelo apoio financeiro para a execução deste experimento.

Literatura Citada

- AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION – AMSA. **Meat evaluation handbook**. Savoy: 2001. p.83-116.
- BRIDI, A.M.; NICOLAIEWSKY, S.; RUBENSAM, J.M. et al. Efeito do genótipo halotano e de diferentes sistemas de produção na qualidade da carne suína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1362-1370, 2003.
- BOCCARD, R.; BUCHTER, L.; CASSELS, E. et al. Proceedings for measuring meat quality characteristics in beef production experiments. **Livestock Production Science**, v.8, p.385-397, 1981.
- BOUTON P.E.; HARRIS, P.V.; SHORTHOSE, W.R. Effect of ultimate pH upon the water-holding capacity and tenderness of mutton. **Journal of Food Science**, v.36, p.435-439, 1971.
- CHANNON, H.A.; PAYNE, A.M.; WARNER, R.D. Halothane genotype, pre-slaughter handling and stunning method all influence pork quality. **Meat Science**, v.56, p.291-299, 2000.
- CHRISTIAN, L.L. Effect of stress gene on quality. In: **Quality summit**. Des Moines: National Pork Producers Council, 1997. p.35-47.
- CULAU, P.O.V. **A contribuição do gene halotano sobre as características de qualidade da carne suína**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999. 77p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.
- EIKELENBOOM, G.; COSTA, N. Fibre optic probe measurements in landrace pigs of different halothane phenotypes. In: ANNUAL INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 34., 1988, Brisbane. **Proceedings...** Brisbane: 1988. p.30-33.
- ELLIS, M. Genetic and nutritional influence on pork quality. In: SIMPÓSIO SOBRE RENDIMENTO E QUALIDADE DA CARNE SUÍNA, 1., 1998, Concórdia. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA, 1998. p.25-54.
- FISHER, P.; MELLETT, F.D.; HOFFMAN, L.C. Halothane genotype and pork quality. 1. Carcass and meat quality characteristics of three halothane genotypes. **Meat Science**, v.54, p.97-105, 2000.
- FUJII, J.; OTSU, K.; ZORZATO, F. et al. Identification of a mutation in porcine ryanodine receptor associated with malignant hyperthermia. **Science**, v.253, n.2, p.448-451, 1991.
- HAMILTON, D.N.; ELLIS, M.; MILLER, K.D. et al. The effect of the halothane and rendement napole genes on carcass and meat quality characteristics of pigs. **Journal of Animal Science**, v.78, p.2862-2867, 2000.
- LAHUCKY, R.; CHRISTIAN, L.L.; KOVAC, L. et al. Meat quality assessed ante-and post mortem by different ryanodine receptor gene status of pigs. **Meat Science**, v.47, n.3/4, p.277-285, 1997.
- LATORRE, M.A.; LÁZARO, R.; VALENCIA, D.G. et al. The effects of gender and slaughter weight on the growth performance, carcass traits, and meat quality characteristics of heavy pigs. **Journal of Animal Science**, v.82, p.526-533, 2004.
- LEACH, L.M.; ELLIS, M.; SUTTON, D.S. et al. The growth performance, carcass characteristics, and meat quality of halothane carrier and negative pigs. **Journal of Animal Science**, v.74, p.934-943, 1996.
- MILLER, S.A.; DYKES, D.D.; POLESKY, H.F. A simple salting out procedure for extracting DNA from human nucleated cells. **Nucleic Acids Research**, v.16, n.4, p.1215, 1988.
- MØLLER, A.J.; BERTELSEN, G.; OLSEN, A. Processed pork-technological parameters related to type of raw material – review. In: PUOLANNE, E.; DEMEYER, D.I.; RUUSUNEN, M. et al. (Eds.) **Pork quality: genetic and metabolic factors**. Wallingford: Redwood Books, 1992. p.225.
- MONIN, G.; LARZUL, C.; LE ROY, P. et al. Effects of the halothane genotype and slaughter weight on texture of pork. **Journal of Animal Science**, v.77, p.408-415, 1999.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutritional requirements of swine**. 10.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1998. 189p.
- OURIQUE, J.M.R.; NICOLAIEWSKY, S. Características físico-químicas e organolépticas e suas relações na avaliação da qualidade da carne suína. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.19, n.2, p.118-125, 1990.
- SAMBROOK, J.; FRITSCH, E.F.; MANIATIS, T. **Molecular cloning: a laboratory manual**. 2.ed. New York: Cold Spring Harbor Laboratory, 1989. v.3.
- SATHER, A.P.; MURRAY, A.C.; ZAWADSKI, S.M. et al. The effect of the halothane genotype on pork production and meat quality of pigs reared under commercial conditions. **Canadian Journal of Animal Science**, n.71, p.959-967, 1991.
- STOCK, M.J.; NANCY, J.R. Effects of β -adrenergic agonists on metabolism and body composition. In: BUTTERY, R.J.; LINDSAY, D.B.; HAYNES, N.B. (Eds.) **Control and manipulation of animal growth**. London: Butterworths, 1986. p.252-253.
- STOLLER, G.M.; ZERBY, H.N.; MOELLER, S.J. et al. The effect of feeding ractopamine (Paylean) on muscle quality and sensory characteristics in three diverse genetic lines of swine. **Meat Science**, v.81, p.1508-1516, 2003.
- TAM, L.G.; BERG, E.P.; GERRARD, D.E. et al. Effect of halothane genotype on porcine meat quality and myoglobin autoxidation. **Meat Science**, v.49, n.1, p.41-53, 1998.
- UNIVERSIDADE ESTADUAL DE VIÇOSA - UFV. **SAEG – Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Versão 7.1. Viçosa, MG: 1997. 150p. (Manual do usuário).
- UNRUH, J.A.; FRIESEN, K.G.; STUEWE, S.R. et al. The influence of genotype, sex, and dietary lysine on pork subprimal cut yields and carcass quality of pigs fed to either 104 or 127 kilograms. **Journal of Animal Science**, v.74, n.6, p.1274-1283, 1996.
- ZAGURY, F.T.R.; SILVEIRA, E.T.F.; VELOSO, J.A.F. et al. Effects of ractopamine (Paylean®) on lean meat accretion and pork quality. In: INTERNATIONAL PIG VETERINARY SOCIETY CONGRESS, 17., 2002, Iowa. **Proceedings...** Iowa: 2002. v.2, p.446.
- WARNER, R.D.; KAUFFMAN, R.G.; GREASER, M.L. Muscle protein changes post mortem in relation to pork quality traits. **Meat Science**, v.45, n.3, p.339-352, 1997.
- WARRIS, P.D.; BROWN, S.N.; ROLPH, T.P. et al. Interactions between the beta-adrenergic agonist salbutamol and genotype on meat quality in pigs. **Journal of Animal Science**, v.68, p.3669-76, 1990.
- WOOD, J.D.; WISEMAN, J.; COLE, D.J.A. Control and manipulation of meat quality. In: COLE, D.J.A.; WISEMAN, J.; VARLEY, M.A. (Eds.) **Principles of pig science**. London: Nottingham University Press, 1994. p.446-448.