

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

RACTOPAMINA EM DIETAS PARA FÊMEAS SUÍNAS.

Pedro Henrique Watanabe

Orientadora: Profa. Dra. Maria Cristina Thomaz

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

**JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
Outubro de 2009**

W324r Watanabe, Pedro Henrique
Ractopamina em dietas para fêmeas suínas / Pedro Henrique
Watanabe. Jaboticabal, 2009
xii, 87 f. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias, 2009
Orientadora: Maria Cristina Thomaz
Banca examinadora.: Fábio Enrique Lemos Budiño, Jacinta Diva
Ferrugem Gomes, Hirasilva Borba Alves de Souza, Jorge de Lucas
Júnior
Bibliografia

1. Nutrição de suínos. 2. Agonistas β adrenérgicos. 3. Qualidade
de carcaça
I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e
Veterinárias.

CDU 636.4:636.087

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.



unesp



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE JABOTICABAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: RACTOPAMINA EM DIETAS PARA FÊMEAS SUÍNAS.

AUTOR: PEDRO HENRIQUE WATANABE

ORIENTADORA: Dra. MARIA CRISTINA THOMAZ

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR em ZOOTECNIA pela Comissão Examinadora:


Dra. MARIA CRISTINA THOMAZ

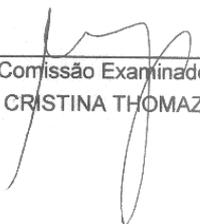

Dr. FÁBIO ENRIQUE LEMOS BUDIÑO


Dra. JACINTA DINA FERRUGEM GOMES


Dra. HIRASILVA BORBA ALVES DE SOUZA


Dr. JORGE DE LUCAS JUNIOR

Data da realização: 09 de outubro de 2009.



Presidente da Comissão Examinadora
Dra. MARIA CRISTINA THOMAZ

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

PEDRO HENRIQUE WATANABE – nasceu no município de São Paulo/SP, no dia 7 de agosto de 1982. Graduou-se em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal, em julho de 2004. Iniciou o Curso de Mestrado pelo Programa de Pós-graduação em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal, em março de 2005, tornando-se mestre em fevereiro de 2007. Iniciou o Curso de Doutorado pelo Programa de Pós-graduação em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal, em março de 2007, tornando-se doutor em outubro de 2009.

Aos meus pais Luiz e Elizabeth.

Aos meus irmãos Luiz Augusto e Alessandra, meus cunhados Lilliane e Diego.

A minha namorada Patrícia Ramos da Rosa.

Ofereço.

A minha avó.

Aos meus avôs e avó, que me veem das estrelas.

Dedico.

A Profa. Dra. Maria Cristina Thomaz.

Ao senhor Hilário Stringari e família.

A todos meus familiares.

Agradeço.

Agradecimentos:

A Profa. Dra. Maria Cristina Thomaz, pelo exemplo de profissionalismo.

Ao Prof. Dr. Jorge de Lucas Júnior, por toda contribuição e ajuda.

A Profa. Dra. Hirasilva Borba, pela disposição em ajudar.

A Profa. Dra. Jacinta Diva Ferrugem Gomes, pelas contribuições e pela atenção.

Ao Dr. Fábio Enrique Lemos Budiño, por toda a atenção dispensada a este trabalho.

A Profa. Dra. Jane Maria Bertocco Ezequiel e ao Prof. Dr. Danísio Prado Munari, por estarem sempre dispostos a ajudar.

Ao Prof. Dr. José Cristani e ao Sr. Joaquim Leão Garcia, por todo o auxílio no experimento.

A FAPESP, pela concessão da Bolsa de Doutorado.

A Ouro Fino – Saúde Animal.

A Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal.

Ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia.

Aos funcionários: Wilson, José Antônio, Tieko, Wilson, Adauto e Rita.

Aos amigos: André Luís Ferreira Lima, Marcel Manente Boiago, Edson Luis Sichieri Júnior, Marcos Martins Gonzáles, Bruno Biagioli, Glauco Mora Ribeiro e suas famílias.

Aos amigos: Leonardo Augusto Fonseca Pascoal, Urbano dos Santos Ruiz, Josemir Gonçalves e Maria Fernanda Queiroz.

Ao amigo Everton Daniel, que sempre esteve disposto a ajudar.

Ao senhor Hilário Stringari e a toda família Stringari, por toda ajuda, confiança, respeito e amizade.

A todos aqueles que contribuíram para minha formação pessoal e profissional.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	xi
SUMMARY	xii
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
INTRODUÇÃO	1
OBJETIVOS	4
REVISÃO DE LITERATURA	3
REFERÊNCIAS	11
CAPÍTULO 2 – RACTOPAMINA EM DIETAS PARA FÊMEAS SUÍNAS: DESEMPENHO, CARACTERÍSTICAS E CORTES COMERCIAIS DA CARCAÇA, COMPOSIÇÃO E CORTES CÁRNEOS DO PERNIL	18
RESUMO	18
SUMMARY	19
INTRODUÇÃO	20
MATERIAL E MÉTODOS	21
RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
CONCLUSÃO	36
REFERÊNCIAS	36
CAPÍTULO 3 – RACTOPAMINA EM DIETAS PARA FÊMEAS SUÍNAS: ANÁLISE FÍSICO-SENSORIAL E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DA CARNE	40
RESUMO	40
SUMMARY	41
INTRODUÇÃO	42
MATERIAL E MÉTODOS	43
RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
CONCLUSÃO	52

REFERÊNCIAS	52
CAPÍTULO 4 – RACTOPAMINA EM DIETAS PARA FÊMEAS SUÍNAS: PRODUÇÃO DE FEZES+URINA POR ANIMAL E EXCREÇÕES DE NITROGÊNIO, FÓSFORO, POTÁSSIO E ENXOFRE NAS FEZES	56
RESUMO	56
SUMMARY	57
INTRODUÇÃO	58
MATERIAL E MÉTODOS	59
RESULTADOS E DISCUSSÃO	62
CONCLUSÃO	73
REFERÊNCIAS	73
CAPÍTULO 5 – RACTOPAMINA EM DIETAS PARA FÊMEAS SUÍNAS: CUSTO DA ALIMENTAÇÃO E RECEITAS BRUTA E LÍQUIDA PARCIAIS	76
RESUMO	76
SUMMARY	77
INTRODUÇÃO	78
MATERIAL E MÉTODOS	79
RESULTADOS E DISCUSSÃO	81
CONCLUSÃO	84
REFERÊNCIAS	85
CAPÍTULO 6 – IMPLICAÇÕES	87

RACTOPAMINA EM DIETAS PARA FÊMEAS SUÍNAS

RESUMO: Objetivou-se avaliar os efeitos de concentrações crescentes de ractopamina em dietas para fêmeas suínas, abatidas com 110 kg de peso, quanto ao desempenho, características de carcaça, rendimento de cortes comerciais, composição e cortes cárneos do pernil, qualidades física, química, sensorial e perfil de ácidos graxos da carne, potencial para impacto ambiental e avaliação econômica. Foram utilizadas 468 fêmeas suínas, distribuídas entre quatro dietas: DC – dieta controle, composta principalmente por milho e farelo de soja; DC5 – dieta controle contendo 5 mg de ractopamina/kg; DC10 – dieta controle contendo 10 mg de ractopamina/kg e DC15 – dieta controle contendo 15 mg de ractopamina/kg. O peso inicial foi de $84,77 \pm 7,20$ kg e final de $110,59 \pm 7,70$ kg. O período experimental foi de 28 dias, quando então os animais foram destinados ao abate. Utilizou-se o delineamento em blocos ao acaso, para controlar diferenças de peso entre os animais. Encontrou-se reduções lineares para o consumo diário de ração e conversão alimentar, e aumentos lineares para área de olho de lombo, pesos de cortes inteiros do pernil e paleta, assim como para os pesos do coxão mole (*Semitendinosus*) e da alcatra (*Gluteus medius*), havendo efeito inverso para a quantidade de gordura no pernil, conforme o aumento das concentrações de ractopamina nas dietas. Não foi observado efeito sobre a qualidade e o perfil de ácidos graxos da carne. Houve diminuição da produção de fezes+urina por animal nas duas primeiras semanas de fornecimento, e alteração na composição das fezes. Notou-se aumentos nos custos da alimentação, e redução linear na receita líquida parcial sem bonificação. Para a receita líquida parcial com bonificação, observou-se efeito quadrático, sendo a concentração estimada de 4,05 mg de ractopamina/kg de dieta, a que determinou a melhor receita. Conclui-se que a adição de ractopamina em dietas para fêmeas suínas abatidas aos 110 kg de peso, pode ser validada quando há bonificação por carcaças mais magras e nesta situação, recomenda-se o uso de 4 mg de ractopamina/kg de dieta.

Palavras-chave: agonista β adrenérgico, modificador de carcaça, peso elevado de abate, terminação

RACTOPAMINE IN DIETS FOR GILTS

SUMMARY: The aim of this study was to evaluate the effects of increasing ractopamine concentration in diets for gilts, slaughtered at 110 kg of body weight, on performance, carcass characteristics, wholesale cuts, composition and retail cuts of ham, physical, chemical and sensorial quality and fat acids profile of meat, potential environmental impact and economical evaluation of using this additive. It was used 468 gilts, allotted into four diets: DC – control diet, based on corn and soybean meal; DC5 – control diet containing 5 mg of ractopamine/kg; DC10 – control diet containing 10 mg of ractopamine/kg; DC15 – control diet containing 15 mg of ractopamine/kg. The initial weight of animals was 84.77 ± 7.20 kg and the final 110.59 ± 7.70 kg. The assay was carried out by 28 days and the animals were conducted to slaughter. It was used a randomized block design, to control the differences of body weight. Linear reductions were observed for daily feed intake and feed:gain ratio, and linear increases in loin eye area, wholesale cuts of ham and shoulder and retail cuts of *Semimembranosus* and *Gluteus medius* and an inverse effect for fat of ham, by increasing the ractopamine concentration in diets. There was no effect on meat quality and fat acids profile of meat. A reduction on feces+urine production by animal was observed in the two weeks of ractopamine administration and a change on feces composition was noted. An increasing trend on feeding cost and a linear reduction in the net income without bonification was noted. For net income with bonification, there was a quadratic trend and better results were obtained with the estimated concentration of 4.05 mg of ractopamine/kg of diet. These results indicate that ractopamine inclusion in diets for gilts slaughtered at 110 kg of body weight is justified with bonification for lean carcass, and in this scenario, it was recommended to use 4 mg of ractopamine/kg of diet.

Keywords: β agonist adrenergic, carcass modifier, finishing, heavy pigs

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

INTRODUÇÃO

Diante do surgimento de novos nichos de mercado e da possível redução de custos operacionais no abate, os frigoríficos e as indústrias de processamento de carne estão observando vantagens na produção de suínos com peso de abate próximo ou mesmo acima de 120 kg (FRAGA & THOMAZ, 2005).

No entanto, a partir dos 80 kg de peso, os suínos apresentam maior consumo de ração, mas a deposição diária de proteína torna-se constante (EWAN, 1991). Como o consumo de energia excede a exigência para a produção de carne magra, consequentemente este excesso de energia consumida é depositada como gordura, elevando sua porcentagem na carcaça. Dessa forma, levar os animais ao abate com peso acima de 100 kg resulta na obtenção de carcaças com excesso de gordura, não sendo interessante ao produtor, por não serem bem classificadas no sistema de tipificação de carcaças, nem ao consumidor, que está cada vez mais exigente em relação à qualidade da carne (GONZALES et al., 1993).

No entanto, novas estratégias nutricionais têm sido testadas, visando promover a partição de nutrientes do tecido adiposo em favor da deposição muscular, como o uso de agonistas β adrenérgicos. Estes são compostos com estrutura química semelhante às catecolaminas, com capacidade de inibir a lipogênese e estimular a lipólise, ligando-se a receptores especializados e desencadeando processos bioquímicos que envolvem o AMPcíclico (PETERS, 1990). Apresentam também efeito positivo na retenção de nitrogênio, acarretando em aumento da taxa de deposição de proteína, principalmente nos músculos esqueléticos.

O cloridrato de ractopamina, mais conhecido apenas como ractopamina, é atualmente o principal agonista β adrenérgico utilizado na alimentação de suínos, com vários trabalhos evidenciando sua capacidade em aumentar o rendimento e deposição de tecido muscular nas carcaças (ARMSTRONG et al., 2004; CARR et al., 2005), sem prejudicar as qualidades física e sensorial da carne *in natura* (STOLLER et al., 2003) ou

daquela destinada à produção de embutidos e derivados (STITES et al., 1991). A melhora na qualidade das carcaças justifica o uso de ractopamina para suínos em terminação, pelo número cada vez maior de frigoríficos que adotam o sistema de tipificação de carcaças, bonificando-as quando apresentam padrões adequados de qualidade (FÁVERO et al., 1997).

Com o advento da imunocastração de suínos machos, que permite aproveitar o efeito dos hormônios sexuais masculinos sobre as características de carcaça, as fêmeas passaram a ser a principal preocupação quanto à obtenção de carcaças mais magras, visto que machos inteiros imunocastrados apresentam melhor conformação de carcaça, sob o ponto de vista da tipificação.

O peso elevado de abate, entre 110 e 120 kg, além de possibilitar a obtenção de carcaças mais pesadas, pode otimizar a ação da ractopamina, pois de acordo com GONZÁLES et al. (1993), a resposta no desempenho ao consumo de dietas contendo agonistas β adrenérgicos, é aumentada com a maturidade do animal, possivelmente pelo maior número de receptores β presentes nos animais mais velhos. Entretanto, ainda não há conhecimento a respeito da melhor concentração de ractopamina a ser adicionada em dietas para fêmeas suínas com peso de abate superior a 100 kg.

OBJETIVOS

Objetivou-se avaliar o efeito de quatro concentrações de ractopamina (0, 5, 10 e 15 mg/kg de dieta) para fêmeas suínas, abatidas aos 110 kg de peso, quanto ao desempenho, características de carcaça, rendimento de cortes comerciais da carcaça, composição e cortes cárneos do pernil, qualidades física, química, sensorial e perfil de ácidos graxos da carne, produção de fezes+urina por animal, composição das fezes, excreções fecais de nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre e avaliação econômica.

REVISÃO DE LITERATURA

Desempenho e características de carcaça de fêmeas suínas

O sexo dos animais é um dos fatores que influenciam a taxa de crescimento, o consumo de ração e a eficiência alimentar, bem como a qualidade da carcaça de suínos destinados ao abate. Para a produção de suínos, são consideradas três categorias: machos inteiros, machos castrados e fêmeas, sendo que as diferenças sexuais quanto ao desempenho e características de carcaça são evidenciadas a partir dos 70 kg de peso (FULLER, 1988).

EKSTROM (1991) afirmou que suínos machos inteiros apresentam taxa de ganho de peso superior à de fêmeas e machos castrados, evidenciando ainda, melhores conversão alimentar e qualidade de carcaça dos machos inteiros, em relação às demais categorias. Entretanto, o abate de suínos machos inteiros é proibido pela legislação brasileira e assim, grande parte dos animais destinados ao abate são machos castrados e fêmeas.

Quando se compara machos castrados e fêmeas, quanto ao desempenho na fase de terminação e as características de carcaças, observa-se que as fêmeas apresentam melhor conversão alimentar, apresentando ainda carcaças mais magras. Comparando características de carcaça de machos castrados e fêmeas, CROMWELL et al. (1993) constataram que fêmeas apresentaram maiores área de olho de lombo e porcentagem de músculo que machos castrados, quando abatidos com o mesmo peso. Dessa forma, o manejo alimentar de machos castrados deve ser muito criterioso, para gerar carcaças com maiores proporções em carne magra.

Com a diminuição da prática de castração cirúrgica pelos produtores, devido ao apelo de entidades que visam o bem-estar animal, aliada à aplicação da vacina de imunocastração em machos inteiros, que permite aproveitar os efeitos dos anabolizantes masculinos naturais sobre o desenvolvimento muscular dos animais, as fêmeas passaram a ser o novo alvo de estudos que visam obter carcaças com maior percentual de carne magra, visto que perfazem 50% dos suínos destinados ao abate (SILVEIRA 2007).

Peso de abate

Embora o peso de abate varie de acordo com cada país, os suínos são geralmente comercializados com o maior peso possível, desde que o ganho não seja em gordura, cujo processo de conversão é bastante ineficiente. Assim, a fase de terminação é um período crítico, sob os pontos de vista de desempenho e qualidade de carcaça, quando o ganho de peso é acompanhado pela piora na conversão alimentar.

No Brasil, apesar do peso médio de abate dos suínos estar em torno de 95 kg, observou-se tendência de aumento neste peso nos últimos anos (ABIPECS, 2006). Creditou-se esse aumento aos avanços de produção, seja pela utilização de animais com potencial genético que permite maior peso ou ainda pelos avanços nutricionais, gradualmente implementados pelos produtores, produzindo assim carcaças mais pesadas e com melhor rendimento (FRAGA & THOMAZ, 2005).

Para os frigoríficos, as carcaças mais pesadas otimizam a linha de abate, o que reduz custos operacionais por suíno abatido, em virtude do aumento do peso da carcaça (ZAGURY, 2002). Além disso, o abate de suínos com peso próximo de 120 kg é desejável, pois permite a obtenção de peças de maior tamanho e possibilita o desenvolvimento de novos produtos, como o filé mignon e a picanha (SILVEIRA, 2007).

Entretanto, para a indústria, o excesso de gordura dificulta a distribuição dos ingredientes aplicados por meio da injeção de salmoura, o que pode resultar em defeitos, como precipitação dos fosfatos e menor rendimento no processo de elaboração de produtos curados. Além do aspecto de elaboração dos derivados cárneos, deve-se considerar a avaliação do consumidor, cuja preferência é por produtos com boa uniformidade na composição, a qual define a qualidade dos curados e defumados (SILVEIRA, 2007).

Para o produtor, o aumento de peso da carcaça é uma maneira de elevar o volume e a eficiência do processo de produção de suínos, em que os custos por unidade de peso são reduzidos significativamente. No entanto, a produção de suínos mais pesados está associada ao aumento na deposição de gordura e à redução na eficiência alimentar (WHITTEMORE, 1993). O uso das restrições alimentares quantitativa ou qualitativa, visando menor deposição de gordura durante a fase de

terminação, esbarra em dificuldades para os produtores quanto aos manejos nutricional e alimentar, estrutura física das instalações e mão de obra (WARPECHOWSKI et al., 1999), bem como na escolha dos reprodutores, tendo em vista a diversidade de exigências e linhagens comerciais disponíveis no mercado, o que dificulta estabelecer um manejo alimentar específico para a produção de suínos com peso de abate acima de 100 kg (BERTOL et al., 2001).

Diante da preocupação crescente dos consumidores com relação às cardiopatias, os produtores e as indústrias processadoras da carne suína têm procurado melhorar não apenas a qualidade da carne, mas também aumentar a quantidade de carne magra nas carcaças (FÁVERO & GUIDONI, 2001). A implementação do sistema de tipificação de carcaça, por grande parte dos frigoríficos, tem levado os produtores a adotarem novas estratégias nutricionais para aumentar quantidade de carne nas carcaças, visando receber melhor bonificação. Sendo assim, as potenciais vantagens econômicas no abate de suínos, com peso acima de 100 kg, devem ser acompanhadas pelo desenvolvimento de linhagens comerciais com maior proporção de carne na carcaça, aliadas a novas estratégias nutricionais, como a utilização dos agonistas β adrenérgicos (SILVEIRA, 2007).

Com a aprovação do uso da ractopamina em dietas para suínos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil, a suinocultura nacional tem uma nova alternativa para potencializar a produção de carne e beneficiar a cadeia produtiva (SILVEIRA, 2007). MERKEL (1988) afirmou que a ractopamina aumenta a quantidade de carne magra na carcaça e melhora o desempenho produtivo, não havendo evidências sobre resíduos tóxicos ou efeitos adversos na qualidade da carne suína.

CROME et al. (1996) ressaltaram que a inclusão de ractopamina nas dietas melhorou o desempenho de animais pesados e suas características de carcaça, trazendo vantagens ao produtor, pelo aumento da quantidade de carne produzida por porca por ano, e à indústria, pela melhora na eficiência do processamento da carne, sem necessitar de modificações nas instalações das granjas ou dos frigoríficos.

Modo de ação dos agonistas β adrenérgicos

Agonistas β adrenérgicos como a ractopamina são compostos químicos com estruturas análogas às catecolaminas, grupo no qual se enquadram a epinefrina e a norepinefrina, que, dentre outros efeitos, estimulam o catabolismo e inibem o anabolismo do tecido adiposo (MILLS, 2002).

O efeito fisiológico de mobilização das reservas de energia, incluindo glicogênio e gordura, depende não só do hormônio atuante, mas também da afinidade do tecido com o mesmo, ditando assim o nível de limitação da lipogênese e quanto da lipólise será estimulada (MERSMANN, 1990). Nesse sentido, os receptores adrenérgicos, presentes nas membranas das células dos tecidos adiposo ou muscular, são os responsáveis pela resposta às catecolaminas, sendo divididos em α e β . Os receptores α são subdivididos em $\alpha 1$ e $\alpha 2$ e os β em $\beta 1$, $\beta 2$, $\beta 3$ e $\beta 4$ (RAMOS & SILVEIRA, 2000). De acordo com FIEMS (1987), a subdivisão α refere-se aos eventos pós e pré-sinápticos, enquanto que a subdivisão β é baseada na sua distribuição tissular, de modo que as respostas metabólicas de aumento da lipólise e diminuição da lipogênese às catecolaminas, são exclusivas do segundo grupo.

Os receptores β estão localizados no espaço intramembranar, sendo constituídos por um número de aminoácidos que pode variar de 250 a 290, e apesar de serem conhecidas diferenças entre os receptores $\beta 1$, $\beta 2$, $\beta 3$ e $\beta 4$, sabe-se que de 40 a 50% da sequência de aminoácidos é homóloga (MERSMANN, 1998). Embora seja provada a existência dos receptores $\beta 3$ e $\beta 4$, existem poucos estudos sobre suas atuações nos metabolismos lipídico e muscular.

Os receptores $\beta 1$ predominam nos tecidos cardíacos e sistema nervoso central, enquanto os $\beta 2$ encontram-se principalmente nos tecidos não-neuronais. Contudo, diferentes tecidos podem apresentar os receptores $\beta 1$ e $\beta 2$ em proporções variáveis, o que permite que compostos β adrenérgicos exerçam efeitos metabólicos sobre o tecido adiposo e nos músculos esqueléticos (WEINER, 1987).

Os agonistas β adrenérgicos apresentam afinidade com receptores β adrenérgicos, dos tipos $\beta 1$ e $\beta 2$, tendo em geral ações mais potentes que o mediador endógeno (FIEMS, 1987). Após a complexação entre agonista e receptor, o complexo

gerado fixa-se sobre uma proteína de ligação, que transforma trifosfato de adenosina (ATP) em monofosfato de adenosina cíclico (AMPc). Os receptores $\beta 1$ e $\beta 2$ estimulam o sistema da adenil ciclase e promovem aumento na produção de AMPc. Este, por sua vez, promove a ativação de quinases que fosforilam e modificam a atividade de diversas enzimas, modulando processos metabólicos como contração muscular, lipólise e lipogênese.

Efeitos da ractopamina sobre os metabolismos proteico e lipídico

Os principais efeitos da ractopamina, sob o ponto de vista metabólico, estão relacionados ao tecido muscular esquelético e à gordura corporal dos animais, havendo pouca influência sobre o metabolismo glicídico (RAMOS & SILVEIRA, 2000). Embora alguns autores defendam que haja aumento na síntese protéica, particularmente numa fase inicial (GREIFE et al., 1989; BARK et al., 1992), a diminuição da proteólise, por outro lado, apresenta-se como fator importante para o aumento da quantidade de carne magra nas carcaças de animais alimentados com dietas contendo ractopamina, sendo comprovada por meio do decréscimo da excreção de 3-metil-histidina, produto resultante do catabolismo protéico (MOLONEY & BEERMANN, 1996).

Apesar do pouco conhecimento a respeito do mecanismo pelo qual ocorre a hipertrofia do tecido muscular nos animais promovida pela ação da ractopamina, de acordo com a literatura, a diminuição da proteólise é mais pronunciada, sendo comprovada pela menor capacidade proteolítica do músculo pós-morte. Assim, SAINZ et al. (1993) afirmaram que a adição de ractopamina em dietas para suínos, promoveu aumento na quantidade de carne na carcaça, devido à menor ação da calpaína sobre a proteólise do músculo.

As diminuições das gorduras corporais, particularmente a subcutânea e a intermuscular, são os efeitos mais visíveis quando há uso de ractopamina em dietas para suínos (WILLIANS et al., 1994; CARR et al., 2005). Alguns autores afirmaram que a lipólise é o principal efeito da ractopamina sobre o tecido adiposo, em consequência do acréscimo das concentrações plasmáticas de ácidos graxos livres e de glicerol, embora não tenha sido observado tal resultado em suínos (RULE et al., 1987). Na

ausência deste efeito da ractopamina sobre a lipólise nestes animais, alguns autores concluíram que a redução na lipogênese passa a ser um importante efeito sobre o metabolismo lipídico, ocasionado pela ação deste agonista β adrenérgico em suínos, que ocorre devido à hipo-insulinemia (QUIRKE et al., 1988). HAESE & BÜNZEN (2005) afirmaram ainda que a ractopamina pode inibir a ação da insulina no receptor adrenérgico dos adipócitos, e assim antagonizar a ação deste hormônio, o que diminui a síntese e a deposição de gordura nos suínos.

Efeitos da ractopamina sobre o desempenho de suínos

Diversos estudos sobre a inclusão de ractopamina em dietas para suínos em terminação têm sido realizados, demonstrando os efeitos positivos deste agonista β adrenérgico sobre a retenção de nitrogênio, o desempenho e as características de carcaça (WILLIAMS et al., 1994; SEE et al., 2004), por redirecionar nutrientes que seriam depositados no tecido adiposo, transferindo-os para o tecido muscular.

CROME et al. (1996) ao testarem três concentrações de ractopamina (0, 10 e 20 mg/kg de dieta) para suínos abatidos aos 125 kg, observaram reduções lineares no consumo diário de ração e na conversão alimentar, e efeito inverso para o ganho diário de peso.

Ao avaliarem 4 concentrações (0, 5, 10 e 20 mg/kg de dieta) de adição de ractopamina em dietas para suínos em terminação, ARMSTRONG et al. (2004) observaram que os animais que receberam dietas contendo 20 mg/kg apresentaram melhor eficiência alimentar comparados aos demais, pois o consumo de ração foi menor, sem alterar o ganho de peso.

Comparando o desempenho de suínos alimentados com dietas com ou sem inclusão de 10 mg de ractopamina/kg de dieta, SEE et al. (2004) observaram aumentos no ganho diário de peso (1,12 vs 0,91 kg) e na eficiência alimentar (0,41 vs 0,33) dos animais, nas duas primeiras semanas do período experimental, respectivamente.

Os efeitos da idade e do sexo também podem ser importantes na adoção de níveis adequados de ractopamina, visando maior rentabilidade da produção de suínos. CROME et al. (1996) afirmaram que a ractopamina demonstrou ser mais eficaz, quando

sua administração é feita a animais abatidos com peso elevado, acima de 100 kg. Os resultados obtidos por BARK et al. (1992), também indicaram que a adição de ractopamina em dietas para suínos, melhorou não apenas o desempenho dos animais, mas também as características de carcaça, evidenciando efeitos positivos em suínos geneticamente selecionados para produção de carne magra e abatidos com peso próximo a 115 kg. BRIDI et al. (2008) observaram que o efeito da ractopamina sobre o tecido muscular é mais pronunciado com o aumento da idade dos suínos, visto que os animais mais jovens possuem baixa densidade de receptores β adrenérgicos ou pouca diferenciação destes receptores nos tecidos esquelético e adiposo.

Em relação ao sexo, RAMOS & SILVEIRA (2001) afirmaram que as fêmeas respondem melhor à inclusão de ractopamina nas dietas, provavelmente devido à maior capacidade de mobilizar lipídeos, cuja magnitude é evidente principalmente no tecido adiposo subcutâneo, porém com menor efeito no tecido adiposo intramuscular (FERNANDO & VANBELLE, 1989). Quando foi avaliada a adição de ractopamina em dietas para machos inteiros e fêmeas, apenas foram observadas redução na gordura e aumento na quantidade de carne das carcaças de fêmeas, sendo a ausência de efeitos sobre as características de carcaça dos machos inteiros explicada pela ação da testosterona sobre o aumento na deposição muscular (SMITH et al., 1995). AMARAL (2008) em avaliação econômica da utilização de ractopamina em dietas para suínos, afirmou que a adição de 5 ou 10 mg /kg de dieta mostrou-se mais rentável para fêmeas do que para machos castrados, devido à melhor bonificação das carcaças.

Com relação às características de carcaça, WILLIANS et al. (1994) observaram que animais que receberam 44,7 mg de ractopamina/dia apresentaram maior área de olho de lombo e menor espessura de toucinho nas alturas das 10^a e última costelas. De acordo com estes mesmos autores, a utilização de ractopamina na dieta ainda aumentou o rendimento de carcaça e o ganho em carne magra por dia. SEE et al. (2004) também encontraram melhores resultados para as características de carcaça, em suínos alimentados com dieta contendo 20 mg ractopamina/kg de dieta, quando comparados aos que não receberam ractopamina, observando ainda maiores porcentagem de carne magra na carcaça (58,6 vs 55,9%) e quantidade de carne no

pernil desossado (7,68 vs 7,05 kg), respectivamente.

A qualidade da carne proveniente de animais alimentados com dietas contendo ractopamina é um importante aspecto a ser considerado, tanto para a indústria quanto para o consumidor. Nesse sentido, CROME et al. (1996) verificaram que a inclusão de até 20 mg de ractopamina/kg de dieta para suínos abatidos aos 125 kg não alterou os padrões de coloração, marmoreio e maciez da carne. XIAO et al. (1999) observaram que a adição de ractopamina em dietas para suínos, promoveu aumento na porcentagem de proteína, redução no teor de extrato etéreo e não alterou a composição em aminoácidos do músculo *Longissimus*. ARMSTRONG et al. (2004) consideraram que, além das vantagens produtivas com a utilização da ractopamina para o produtor e para o frigorífico, a adição de concentrações entre 5 e 10 mg/kg de dieta não comprometeu a qualidade da carne de suínos.

Embora os teores de proteína bruta e lisina digestível recomendados para fêmeas com alto potencial genético sejam de 16,2 e 0,85%, respectivamente (ROSTAGNO et al., 2005), foi observada a necessidade de ajustes nutricionais quando há inclusão de ractopamina na dieta (MARINHO et al., 2007). Anteriormente, XIAO et al. (1999) observaram que, para que a ractopamina promovesse resultados positivos sobre o desempenho e características de carcaça, houve necessidade de aumento de 30% no teor de lisina, enquanto este agonista β adrenérgico fosse incluído nas dietas. SCHINCKEL et al. (2003) observaram que quando houve inclusão de 10 mg de ractopamina/kg de dieta para fêmeas em terminação, a exigência em lisina para máximo ganho em proteína foi de 1,15%, sendo que teores mais baixos deste aminoácido limitaram o efeito do agonista β adrenérgico.

BRIDI et al. (2008) ao avaliarem a adição de 10 mg de ractopamina/kg de dieta, sem ajustes para proteína bruta e aminoácidos, notaram a ausência de efeitos da ractopamina sobre as características de carcaça, pelos baixos níveis de aminoácidos, o que impediu que a ractopamina pudesse otimizar a síntese proteica no tecido muscular. Da mesma forma, MERSMANN (1998) afirmou que devido às ações específicas dos agonistas β adrenérgicos sobre a alteração do perfil de aminoácidos depositados na massa muscular, a deficiência não apenas de lisina, mas também a de outros

aminoácidos pode limitar a eficiência de deposição proteica estimulada pelos mesmos.

Além do melhor desempenho produtivo e da maior deposição de tecido muscular em detrimento do adiposo, a utilização de ractopamina em dietas para suínos pode levar também ao menor impacto ambiental, principalmente pela redução da quantidade de nitrogênio excretado (SILLENCE, 2004).

SUTTON et al. (2001) verificaram que a adição de 20 mg ractopamina/kg de dieta para suínos, por um período de 28 dias, reduziu o volume de dejetos produzidos em 15 litros por animal, e ressaltaram a importância de estudos para verificar a excreção de nitrogênio por meio da manipulação de dietas contendo aminoácidos sintéticos.

Em relação à viabilidade econômica da adição de ractopamina em dietas para suínos, REESE & BITNEY (2001) observaram que o uso deste agonista β adrenérgico não deve ser baseado na melhor eficiência alimentar, mas na melhor bonificação das carcaças. Nesse sentido, BRIDI et al. (2008) notaram que a adição de 10 mg de ractopamina/kg de dieta para suínos, resultou em menor eficiência econômica, por aumentar o custo médio da dieta por quilograma de ganho de peso vivo. CANTARELLI et al. (2009) observaram que, embora a inclusão de 5 mg de ractopamina/kg de dieta para suínos tenha promovido aumento nos custos relacionados à alimentação, a receita líquida foi maior, em função da melhor bonificação das carcaças.

REFERÊNCIAS

ABIPECS. Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína. **Produção brasileira de carne suína**, 2006. Disponível em: <<http://www.abipecs.com.br>>. Acesso em: 5 Out. 2007.

AMARAL, N. O. **Ractopamina hidroclorada em rações formuladas para suínos machos castrados e ou para fêmeas dos 94 aos 130 kg**. 2008. 48 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

ARMSTRONG, T. A.; IVERS, D. J.; WAGNER, J. R.; ANDERSON, D. B.; WELDON, W.

C.; BERG, E. P. The effect of dietary ractopamine concentration and duration of feeding on growth performance, carcass characteristics, and meat quality of finishing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82, p. 3245-3253, 2004.

BARK, L. J.; STAHLY, T. S.; CROMWELL, G. L.; MIYAT, J. Influence of genetic capacity for lean tissue growth on rate and efficiency of tissue accretion on pigs fed ractopamine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, p. 3391-3400, 1992.

BERTOL, T. M.; LUDKE, J. V.; BELLAVER, C. Efeito do peso do suíno em terminação ao início da restrição alimentar sobre o desempenho e a qualidade da carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, p. 417-424, 2001.

BRIDI, A. M.; OLIVEIRA, A. R.; FONSECA, N. A.; COUTINHO, L. L.; HOSHI, E. H.; BOROSKY, J. C.; SILVA, C. A. Efeito da ractopamina e do gênero no desempenho e na carcaça de suínos de diferentes genótipos halotano. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, p. 713-722, 2008.

CANTARELLI, V. S.; FIALHO, E. T.; ALMEIDA, E. C.; ZANGERONIMO, M. G.; AMARAL, N. O.; LIMA, J. A. F. Características da carcaça e viabilidade econômica do uso de cloridrato de ractopamina para suínos em terminação com alimentação à vontade ou restrita. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, p. 844-851, 2009.

CARR, S. N.; RINCKER, P. J.; KILLEFER, J.; BAKER, D. H.; ELLIS, M.; McKEITH, F. K. Effects of different cereal grains and ractopamine hydrochloride on performance, carcass characteristics, and fat quality in late-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 83, p. 223-230, 2005.

CROME, P. K.; McKEITH, F. K.; CARR, T. R.; JONES, D. J.; MOWREY, D. H.; CANNON, J. E. Effect of ractopamine on growth performance, carcass composition and cutting yields of pigs slaughtered at 107 and 125 kilograms. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 74, p. 709-716, 1996.

CROMWELL, G. L.; CLINE, T. R.; CRENSHAW, J. D. The dietary protein and lysine requirements of barrows and gilts. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, p. 1510-1519, 1993.

EKSTROM, K. E. Genetic and sex considerations in swine nutrition. In: LEWIS, A. J.; SOUTHERN, L. L. **Swine Nutrition**. Butterworth-Heinemann: Stoneham, 1991. p. 415-424.

EWAN, R. C. Energy utilization in swine nutrition. In: LEWIS, A. J.; SOUTHERN, L. L. **Swine nutrition**. Butterworth-Heinemann: Stoneham, 1991, p. 121-127.

FÁVERO, J. A.; GUIDONI, A. L. Normatização e padronização da tipificação de carcaças de suínos no Brasil – aspectos positivos e restrições. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 2., 2001, Concórdia. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 2001. p. 73-79.

FÁVERO, J. A.; GUIDONI, A. L.; BELLAVÉ, C. Predição do índice de valorização de carcaças suínas em função do peso e do percentual de carne. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 8., 1997, Concórdia. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1997. p. 405-406.

FERNANDO, R.; VANBELLE, M. β -agonistes et production de la viande: considerations et reflexions. **Recueil de Médecine Vétérinaire**, Alfort, v. 165, p. 91-96, 1989.

FIEMS, L. O. Review: effect of β -adrenergic agonists in animal production and their mode of action. **Annales de Zootechnie**, Paris, v. 36, p. 271-290, 1987.

FRAGA, A. L.; THOMAZ, M. C. Aspectos do peso de abate de suínos. **Suínocultura Industrial**, São Paulo, v. 192, p. 40-49, 2005.

FULLER, M. F. Sex differences in the nutrition and growth of pigs. In: COLE, D. J. A.; HARESIGN, W. **Recent developments in pig nutrition**. Londres: Butterworths, 1988. p. 123-125.

GONZALES, E.; BERTO, D. A.; MACARI, M. Utilização de agonistas β adrenérgicos como repartidores de nutrientes em produção animal. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 22, p. 316-329, 1993.

GREIFE, H. A.; KLOTZ, G.; BERSCHAUER, F. Effects of the phenethanolamine clenbuterol on protein and lipid metabolism in growing rats. **Journal of Animal**

Physiology and Animal Nutrition, Berlim, v. 61, p. 19-27, 1989.

HAESE, D.; BÜNZEN, S. Ractopamina. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 2, n. 2, p. 176-182, 2005. Disponível em: <www.nutritime.com.br/.../019V2N2P176_182_MAR2005.pdf>. Acesso em: 7. Ago. 2007.

MARINHO, P. C.; FONTES, D. O.; SILVA, F. C. O.; SILVA, M. A.; PEREIRA, F. A.; AROUCA, C. L. C. Efeito da ractopamina e de métodos de formulação de dietas sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos machos castrados em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, p. 1061-1068, 2007.

MERKEL, R. A. Is meat quality affected by the use of repartitioning agents? In: RECIPROCAL MEAT CONFERENCE, 41., 1998, Londres. **Proceedings...** Londres: AMSA, 1988. p. 101-112.

MERSMANN, H. J. Metabolic and endocrine control of adipose tissue accretion. In: WOOD, J. D.; FISHER, A. V. **Reducing fat in meat animals**. Londres: Elsevier Applied Science, 1990. p. 121-125.

MERSMANN, H. J. Overview of the effects of β -adrenergic receptor agonists on animal growth including mechanisms of action. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, p. 160-172, 1998.

MILLS, S. E. Biological basis of the ractopamine response. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, p. E28-E32, 2002. (E. Suppl. 2)

MOLONEY, A. P.; BEERMANN, D. H. Mechanisms by which β -adrenergic agonists alter growth and body composition in ruminants. In: ENNE, G.; KUIPER, H. A.; VALENTINI, A. **Residues of veterinary drugs and mycotoxins in animal products**. Wageningen: Wageningen Press, 1996. p. 124-136.

PETERS, A. R. β -agonists and pig nutrition. **Pig News and Information**, Farnham Royal, v. 11, n. 4, p. 519-525, 1990.

QUIRKE, J. F.; ALLEN, P.; MOLONEY, A. P.; SOMMER, M.; HANRAHAN, J. P.;

SHEEHAN, W.; ROCHE, J. Effects of the beta-agonist cimaterol on blood metabolite and hormone concentrations, growth and carcass composition in finishing friesland steers. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Berlim, v. 60, p. 128-136, 1988.

RAMOS, F.; SILVEIRA, M. I. N. Agonistas adrenérgicos β_2 e produção animal. I – Mecanismo de acção. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, Coimbra, v. 95, p. 99-110, 2000.

RAMOS, F.; SILVEIRA, M. I. N. Agonistas adrenérgicos β_2 e produção animal: II – relação estrutura-actividade e farmacocinética. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, Coimbra, v. 96, n. 540, p. 167-175, 2001.

REESE, D., BITNEY, L. L. Economic value of ractopamine for finishing pigs. **Nebraska Swine Reports**, 2001. Disponível em: <http://digitalcommons.unl.edu/coopext_swine/101>. Acesso em: 05 Dez. 2008.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: Imprensa Universitária/UFV, 2005. 141 p.

RULE, D. C., SMITH, S. B.; MERSMANN, H. J. Effects of adrenergic agonists and insulin on porcine adipose tissue metabolism in vitro. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 65, p. 136-140, 1987.

SAINZ, R. D.; KIM, Y. S.; DUNSHEA, F. R.; CAMPBELL, R. G. Effects of ractopamine in pig muscles: histology, calpains and β -adrenergic receptors. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v. 44, p. 1441-1448, 1993.

SCHINCKEL, A. P.; LI, N.; RICHERT, B. T.; PRECKEL, P. V.; EINSTEIN, M. E. Development of a model to describe the compositional growth and dietary lysine requirements of pigs fed ractopamine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, p. 1106-1119, 2003.

SEE, M. T.; ARMSTRONG, T. A.; WELDON, W. C. Effect of a ractopamine feeding

program on growth performance and carcass composition in finishing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82, p. 2474-2480, 2004.

SILLENCE, M. N. Technologies for the control of fat and lean deposition in livestock. **The Veterinary Journal**, Londres, v. 167, p. 242-257, 2004.

SILVEIRA, E. T. F. Inovações tecnológicas aplicadas na determinação da composição da carcaça e suas implicações na industrialização da carne suína. SEMINÁRIO DE AVES E SUÍNOS, 7., AveSui Regiões, **Anais...** 2007. Disponível em: <www.cnpsa.embrapa.br/down.php?tipo=publicacoes&cod_publicacao=983>. Acesso em: 07 Ago. 2008.

SMITH, W. C.; PURCHAS, R. W.; VAN ENKEVORT, A.; PEARSON, G. Effects of ractopamine on the growth and carcass quality of entire male and female pigs fed ad libitum or at a restricted level. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Palmerston North, v. 38, p. 373-380, 1995.

STITES, C. R.; McKEITH, F. K.; SINGH, S. D.; BECHTEL, P. J.; MOWREY, D. H.; JONES, D. H. The effect of ractopamine hydrochloride on the carcass cutting yields of finishing swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, p. 3094-3100, 1991.

STOLLER, G. M.; ZERBY, H. N.; MOELLER, S. J.; BAAS, T. J.; JOHNSON, C.; WATKINS, L. E. The effect of feeding ractopamine on muscle quality and sensory characteristics in three diverse genetic lines of swine. **Meat Science**, Barking, v. 81, p. 1508-1516, 2003.

SUTTON, A. L.; RICHERT, B. T.; HANKINS, S. L.; DeCAMP, S. A.; CARROL, A. L. Potential impact of ractopamine on environmental stewardship. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, p. 239, 2001. (Suppl. 1)

WARPECHOWSKI, M. B.; FEDALTO, L. M.; GUARESCHI NETO, A. R.; BEDIN, S. R. Efeito da restrição alimentar quantitativa sobre o desempenho e as características da carcaça de suínos em terminação. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v. 4, p. 73-75, 1999.

WEINER, N. Noradrenalina, adrenalina e aminas simpaticomiméticas. In: GILMAN, A.

G. et al. **As bases farmacológicas de terapêutica**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1987. p. 96-118.

WILLIAMS, N. H.; CLINE, T. R.; SCHINCKEL, A. P.; JONES, D. J. The impact of ractopamine, energy intake and dietary fat on finisher pig growth performance and carcass merit. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, p. 3152-3162, 1994.

WHITTEMORE, C. Nutritional manipulation of carcass quality in pigs. In: COLE, D. J. A. (Ed.) **Recent development in pig nutrition**. 2ed. Nottingham: Nottingham University Press, 1993. p. 12-19.

XIAO, R. J.; XU, Z. R.; CHEN, H. L. Effects of ractopamine at different dietary protein levels on growth performance and carcass characteristics in finishing pigs. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 79, p. 119-127, 1999.

ZAGURY, F. T. R. Abate de suínos pesados: vale a pena? **Porkworld**, Campinas, v. 1, n. 4, p. 30-34, 2002.

CAPÍTULO 2 – RACTOPAMINA EM DIETAS PARA FÊMEAS SUÍNAS: DESEMPENHO, CARACTERÍSTICAS E CORTES COMERCIAIS DA CARÇAÇA, COMPOSIÇÃO E CORTES CÁRNEOS DO PERNIL

RESUMO – Foi realizado um experimento utilizando 468 fêmeas, com peso inicial de $84,77 \pm 7,20$ kg, alojadas em 36 baias, para avaliar o efeito da adição de quatro concentrações de ractopamina nas dietas (0, 5, 10 e 15 mg/kg de dieta), quanto ao desempenho, características e rendimentos de cortes comerciais da carcaça, composição e cortes cárneos do pernil. Para avaliação das carcaças e dos pernis, dois animais de cada baia foram selecionados, considerando apenas aqueles com peso dentro do intervalo compreendido pela média \pm desvio padrão do peso dos animais da baia. Foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso, para controlar diferenças no peso inicial dos animais, com quatro dietas e nove repetições, sendo a unidade experimental, para o ensaio de desempenho, constituída por uma baia com 13 animais cada ou pela média de dois animais de cada baia, para a avaliação das carcaças e dos pernis. Não foi observado efeito ($P > 0,05$) da adição de ractopamina sobre o ganho diário de peso dos animais. Para o consumo diário de ração e conversão alimentar, encontrou-se reduções lineares ($P < 0,05$) com o aumento da inclusão de ractopamina nas dietas. Quanto às características de carcaça, verificou-se que as concentrações crescentes de ractopamina nas dietas, promoveram redução linear ($P < 0,05$) na profundidade de gordura e aumento linear ($P < 0,05$) na porcentagem de carne magra. Houve redução linear ($P < 0,05$) na quantidade de gordura e aumento linear ($P < 0,05$) na de carne do pernil, além de aumentos lineares ($P < 0,05$) nos pesos do coxão mole (*Semitendinosus*) e da alcatra (*Gluteus medius*). Conclui-se que, dentro das concentrações estudadas, a adição de 15 mg de ractopamina/kg de dieta proporciona melhor conversão alimentar e aumenta a porcentagem de carne magra na carcaça.

Palavras-chave: agonista β adrenérgico, repartidor de nutrientes, terminação

CHAPTER 2 – RACTOPAMINE IN DIETS FOR GILTS: PERFORMANCE, CARCASS CHARACTERISTICS, WHOLESAL CUTS, COMPOSITION AND RETAIL CUTS OF HAM

SUMMARY: A study was conducted with 468 gilts, with initial weight of 84.77 ± 7.20 kg, allotted into 36 pens, to evaluate the effect of four ractopamine concentration in diets (0, 5, 10 and 15 mg/kg of diet), on performance, carcass characteristics, wholesale cuts, composition and retail cuts of ham. For carcass and ham evaluation, two animals of each pen were chosen, considering the interval of mean \pm standard deviation of body weight of animals from each pen. It was used a randomized block design, to control the differences of body weight, with four treatments and nine replicates. The experimental unit for performance assay was a pen with 13 animals and for carcass and ham evaluation the unit was based on the mean of two animals. The daily gain was not affected ($P > 0.05$) by ractopamine addition. Linear reductions ($P < 0.05$) were observed for daily feed intake and feed:gain ratio by increasing ractopamine concentration in diets. For carcass characteristics, linear reduction ($P < 0.05$) in fat depth and linear increase ($P < 0.05$) in lean carcass percentage was noted. There was a linear reduction ($P < 0.05$) in fat ham and linear increases ($P < 0.05$) in meat ham and retail cuts of *Semimembranosus* and *Gluteus medius*. In conclusion, increasing ractopamine concentration in diets for gilts results in better feed:gain ratio and higher percentage of carcass meat.

Keywords: β agonist adrenergic, finishing, nutrient repartitioning

INTRODUÇÃO

Visando atender as mudanças no perfil do consumidor, cada vez mais exigente em relação à carne suína com menor quantidade de gordura e com qualidades nutricionais e sanitárias garantidas, a indústria bem como os produtores têm trabalhado para aumentar a proporção de carne magra na carcaça dos suínos. Em virtude dessa nova situação, o sistema de tipificação de carcaça vem sendo implementado pela indústria, por meio da valorização de carcaças com maior percentual de tecido magro (FÁVERO & GUIDONI, 2001).

De modo geral, a qualidade da carcaça suína está diretamente relacionada com o aumento da porcentagem de carne magra e para isso, os avanços na nutrição e a utilização de modificadores de carcaça veem contribuindo para promover aumento de sua qualidade, melhorando conseqüentemente o valor pago aos produtores. A ractopamina é um agonista β adrenérgico que atua sobre as células dos tecidos muscular e adiposo, promovendo maior deposição de tecido magro, com redução no teor de gordura das carcaças de suínos em terminação. Além dos efeitos positivos da ractopamina sobre as características de carcaça (SEE et al., 2004), observou-se anteriormente melhor desempenho dos animais alimentados com dietas contendo este agonista β adrenérgico (CROME et al., 1996). Ao avaliarem 4 concentrações (0, 5, 10 e 20 mg/kg de dieta) de ractopamina em dietas para suínos em terminação, ARMSTRONG et al. (2004) observaram que os animais que receberam dietas contendo 20 mg/kg apresentaram melhor eficiência alimentar comparados aos demais, pois o consumo de ração foi menor, sem alterar o ganho de peso.

Dentre os fatores que podem influenciar a resposta ao uso de ractopamina na dieta, as maiores variações foram observadas em função das concentrações do agonista e da adequação dos teores de lisina e demais aminoácidos na dieta, do sexo e da idade dos animais no início da utilização. DUNSHEA et al. (1993) observaram que a adição de até 20 mg de ractopamina/kg de dieta para suínos machos inteiros, fêmeas e machos castrados, apenas ocasionou melhores resultados no desempenho e nas características de carcaça de machos castrados e fêmeas, em virtude da atuação dos

hormônios masculinos sobre o potencial de crescimento e deposição muscular dos machos inteiros. Nesse sentido, com o uso crescente da imunocastração, que permite aproveitar o efeito dos hormônios sexuais masculinos sobre as características de carcaça de suínos machos, a qualidade das carcaças de fêmeas suínas é atualmente motivo de maiores estudos.

Com a atual tendência em abater suínos com peso próximo de 110 kg, quando a deposição de tecido adiposo se acentua e é superior à deposição protéica, há a possibilidade de uso da ractopamina nas dietas dos animais na fase de terminação, em que o efeito deste agonista β adrenérgico sobre o tecido muscular pode ser mais pronunciado. Diante do exposto, objetivou-se com este experimento, avaliar o efeito da adição de quatro concentrações de ractopamina (0, 5, 10 e 15 mg/kg de dieta), quanto ao desempenho, características de carcaça, rendimentos de cortes comerciais da carcaça, composição e cortes cárneos do pernil de fêmeas suínas abatidas aos 110 kg de peso.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em uma granja comercial, localizada no município de Taió-SC e teve duração de 28 dias. Foram utilizadas 468 fêmeas, com peso inicial de $84,77 \pm 7,20$ kg, alojadas em 36 baias (3,5 x 4 m) de piso compacto, equipadas com bebedouros tipo concha e comedouros lineares, que abrigavam 13 fêmeas suínas cada.

As dietas foram formuladas para atender as exigências nutricionais e energética mínimas indicadas por ROSTAGNO et al. (2005), considerando a concentração energética de 3230 kcal EM/kg de dieta, 16,20% de PB e 1,10% de lisina digestível, para fêmeas de alto potencial genético, havendo a substituição progressiva do inerte pelo produto comercial (RACTOSUIN®), o qual continha 2% de ractopamina. O teor de 1,10% de lisina digestível foi estabelecido pela maior exigência deste aminoácido quando há adição de ractopamina na dieta (XIAO et al., 1999). Com base no conceito de proteína ideal, foram utilizadas as proporções de 70, 65 e 20%, para treonina, metionina+cistina e triptofano digestíveis, respectivamente, com relação ao teor de

lisina digestível (HAHN & BAKER, 1995). Na Tabela 1 encontram-se as composições centesimal, química e energética da dieta controle. As dietas experimentais foram:

DC – dieta controle, composta principalmente por milho e farelo de soja;

DC5 – dieta controle contendo 5 mg de ractopamina/kg;

DC10 – dieta controle contendo 10 mg de ractopamina/kg;

DC15 – dieta controle contendo 15 mg de ractopamina/kg.

Tabela 1. Composições centesimal, química e energética da dieta controle.

Ingredientes	%
Milho	77,59
Farelo de soja	18,48
Fosfato bicálcico	0,81
Calcário calcítico	0,52
Sal Comum	0,31
L – Lisina.HCl (78,5%)	0,63
DL – Metionina (99%)	0,16
L – Treonina (98,5%)	0,26
L – Triptofano (98%)	0,05
Suplemento vitamínico ¹	0,15
Suplemento mineral ²	0,15
Inerte	0,89
Total	100,00
Composições química e energética³	
Energia metabolizável, kcal/kg	3230,00
Proteína bruta, %	16,20
Lisina digestível, %	1,10
Metionina+Cistina digestível, %	0,62
Treonina digestível, %	0,72
Triptofano digestível, %	0,19
Fósforo disponível, %	0,25
Cálcio, %	0,48

¹ Suplemento vitamínico – quantidade por kg do produto: 2.500.000 UI de vitamina A; 500.000 UI de vitamina D3; 50 mg de biotina; 50 mg de colina; 10000 mg de niacina; 3000 mg de pantotenato de cálcio; 7 mg de vitamina B12; 1800 mg de vitamina B2; 7500 mg de vitamina E; 1000 mg de vitamina K3; ² Suplemento mineral – quantidade por kg do produto: 40.000 mg de ferro; 35.000 mg de cobre; 20.000 mg de manganês; 40.000 mg de zinco; 360 mg de cobalto; 840 mg de iodo; 120 mg de selênio; ³ Valores nutricionais dos ingredientes, propostos por ROSTAGNO et al. (2005).

Manejo dos animais

Ao início do experimento, os animais de cada baia foram pesados

individualmente e identificados por meio de brincos numerados. Após a pesagem, as quatro dietas experimentais foram distribuídas de acordo com o peso médio dos animais de cada baia.

As rações foram fornecidas em três refeições diárias, sendo as sobras recolhidas e pesadas ao final do dia. O período experimental foi de 28 dias, quando então foram pesados os animais e contabilizadas as sobras de ração por baia, avaliando-se assim, o desempenho dos animais quanto ao consumo diário de ração, o ganho diário de peso e a conversão alimentar. Ao final do período experimental, os animais foram destinados ao abate.

Abate dos animais

Os animais avaliados quanto às características de carcaça e rendimento de cortes foram escolhidos na última pesagem antes do abate, selecionando-se dois animais de cada baia, considerando apenas aqueles que apresentavam o peso corporal dentro do intervalo compreendido pela média \pm desvio padrão do peso dos animais da baia. Os abates ocorreram no dia seguinte à última pesagem, sendo os animais submetidos a jejum sólido prévio de 15 horas.

Após o abate, as carcaças foram serradas longitudinalmente ao meio e pesadas, obtendo-se o peso da carcaça quente (PCQ). Relacionando-se o peso da carcaça quente com o peso vivo, obteve-se o rendimento de carcaça. Com auxílio de uma pistola de tipificação, foram realizadas as mensurações de profundidade de gordura (PG) e profundidade de lombo (PL), obtendo-se a quantidade (QCM) e a porcentagem de carne magra na carcaça (%CM), de acordo com as seguintes equações propostas por GUIDONI (2000):

$$QCM = 7,38 - 0,48 \times PG + 0,059 \times PL + 0,525 \times PCQ$$

$$\%CM = 65,92 - 0,685 \times PG + 0,094 \times PL - 0,026 \times PCQ$$

Em seguida, as meias carcaças foram levadas à câmara fria, em temperatura de refrigeração (4° C), permanecendo por 24 horas, quando então foram avaliadas.

Características de carcaça

Seguindo o Método Brasileiro de Classificação de Carcaças (ABCS, 1973), na meia carcaça direita resfriada de cada animal, foram realizadas as seguintes medidas: comprimento da carcaça, espessura média de toucinho, resultante das espessuras de toucinho na altura da primeira, última vértebra torácica e última vértebra lombar, área de olho de lombo, área de gordura e relação gordura/carne, obtida por meio da divisão da área de gordura pela área de olho de lombo.

Pesos e rendimentos de cortes comerciais da carcaça

Após a avaliação quanto às características de carcaça, a meia carcaça direita dos animais foi separada, pesando-se os cortes inteiros do pernil, paleta, sobre-paleta, carré, barriga com costelas e pés. Em seguida, calculou-se o rendimento de cada corte, relacionando seu peso com o da meia carcaça direita resfriada.

Composição e cortes cárneos do pernil

O pernil da meia carcaça direita foi posteriormente dissecado em suas frações de carne, ossos, pele e gordura, as quais foram pesadas. Com estes pesos, calculou-se a participação percentual de cada componente em relação ao peso do pernil. A carne do pernil ainda foi separada nos seguintes cortes cárneos: patinho (*Quadriceps femoris*), coxão mole (*Semimembranosus*), coxão duro (*Biceps femoris*), lagarto (*Semitendinosus*), alcatra (*Gluteus medius*) e retalho, os quais também foram pesados. Em seguida, obteve-se o rendimento de cada corte, dividindo-se o peso do mesmo pelo do pernil. Estes procedimentos foram realizados no frigorífico.

Delineamento experimental e análises estatísticas

Foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso, para controlar as diferenças no peso inicial observadas entre os animais das diferentes baias. Para o desempenho, trabalhou-se com quatro dietas e nove repetições, sendo a unidade experimental constituída por uma baia, com 13 animais cada. Para as variáveis de características de carcaça, pesos e rendimentos de cortes comerciais da carcaça, composição e cortes

cárneos do pernil, utilizou-se quatro dietas e nove repetições, sendo a unidade experimental constituída pela média de dois animais de cada baia.

Os dados obtidos, após serem analisados quanto à distribuição dos erros (teste de Cramer Von-Mises a 5%, segundo EVERITT, 1998), foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o pacote PROC GLM do programa estatístico SAS (SAS 9.1, SAS Institute, Cary, NC, USA), sendo realizadas regressões lineares múltiplas até o terceiro grau.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 são apresentados os dados referentes ao consumo diário de ração (CDR), ganho diário de peso (GDP) e conversão alimentar (CA), de fêmeas suínas alimentadas com dietas contendo diferentes concentrações de ractopamina. As equações de predição referentes ao CDR e CA, em função das concentrações de ractopamina nas dietas, encontram-se nas Figuras 1a e 1b, respectivamente.

Tabela 2. Consumo diário de ração (CDR), ganho diário de peso (GDP) e conversão alimentar (CA) de fêmeas suínas em terminação, em função das concentrações de ractopamina.

Variáveis	Concentração de ractopamina, mg/kg				CV ¹ , %	Regressão	P
	0	5	10	15			
CDR, kg	2,45	2,38	2,39	2,27	7,80	Linear	0,0319
GDP, kg	0,90	0,93	0,94	0,90	7,01	-	0,5714
CA	2,69	2,54	2,56	2,51	5,61	Linear	0,0009

¹ Coeficientes de variação.

Não foi observado efeito ($P=0,5714$) da adição de ractopamina sobre o ganho diário de peso dos animais. Para o CDR e CA, encontrou-se reduções lineares ($P=0,0319$ e $0,0009$, respectivamente), com o aumento da concentração de ractopamina nas dietas.

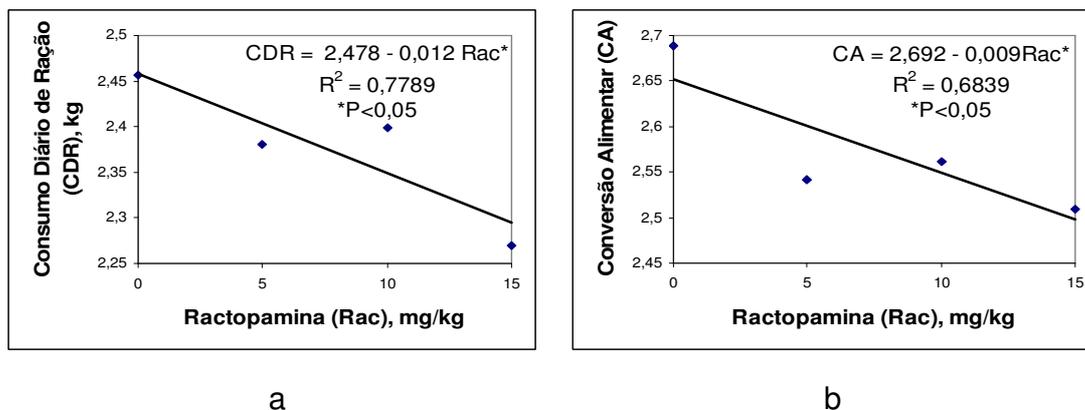


Figura 1. Consumo diário de ração (a) e conversão alimentar (b), em função das concentrações de ractopamina nas dietas para fêmeas suínas.

RAMOS & SILVEIRA (2001) ao analisarem os resultados de trabalhos conduzidos com suínos alimentados com agonistas β adrenérgicos, verificaram que na maioria destes estudos, o ganho médio diário de peso não foi significativamente afetado com a inclusão destes agonistas nas dietas, resultados confirmados pelos obtidos no presente experimento.

Em relação ao consumo de ração, RAMOS & SILVEIRA (2000) afirmaram que a menor ingestão de alimentos, promovida pela ação de agonistas β adrenérgicos, seria resultado da estimulação do sistema nervoso central, cujo efeito anabólico se manteria até mesmo em situações de restrição alimentar. Em estudos com ruminantes, LAFONTAN et al. (1988) e GUSTIN et al. (1989) observaram reduções nas motilidades gástrica e intestinal, tornando mais lenta a taxa de passagem, com maior aproveitamento dos nutrientes e, conseqüentemente, havendo menor necessidade de ingestão de alimentos.

SEE et al. (2004) ao avaliarem quatro formas de adição de ractopamina nas dietas, ao longo de 4 semanas (sem adição de ractopamina, concentração constante de ractopamina, concentração crescente de ractopamina e concentração decrescente de ractopamina), observaram que quando houve diminuição da adição de ractopamina na dieta, os animais apresentaram maior ingestão de alimentos, demonstrando o efeito inibidor da ractopamina sobre o consumo de ração.

O aumento na retenção de nitrogênio e a consequente elevação na deposição de proteína, promovidos pela ractopamina, são os principais fatores que ocasionam melhora na eficiência de utilização de nutrientes pelos animais (SEE et al., 2004). De acordo com MARINHO et al. (2007), essa melhora pode ser explicada pela alteração no metabolismo, com aumento da síntese proteica e bloqueio da lipogênese, promovendo assim, maior deposição muscular e menor de gordura, sendo um indicativo do redirecionamento dos nutrientes para a deposição muscular, promovido por este agonista β adrenérgico.

CROME et al. (1996) avaliando três concentrações de ractopamina (0, 10 e 20 mg/kg de dieta) para suínos machos abatidos aos 125 kg de peso, observaram menor consumo diário de ração e melhor conversão alimentar nos animais, conforme aumentaram as concentrações do agonista, embora também tenham observado, efeito linear positivo sobre o ganho diário de peso. Já ARMSTRONG et al. (2004) ao avaliarem dietas para suínos em terminação, contendo 0, 5, 10 ou 20 mg de ractopamina/kg de dieta, verificaram que os animais que receberam 20 mg/kg apresentaram melhor eficiência alimentar comparados aos demais, visto que o consumo de ração foi menor, sem alterar o ganho de peso. Ao avaliar o desempenho de suínos alimentados com dietas contendo 0, 10 e 20 mg de ractopamina/kg, BUDIÑO et al. (2005) observaram maior ganho diário de peso para os animais alimentados com dietas com 20 mg de ractopamina/kg.

De acordo com os resultados obtidos neste experimento, o melhor desempenho dos animais foi observado com a adição de 15 mg de ractopamina/kg de dieta, evidenciado pela melhor conversão alimentar. Embora MARINHO et al. (2007) tenham encontrado aumento 3,78% no peso de abate, quando utilizaram a concentração de 5 mg de ractopamina/kg de dieta para suínos em terminação, em relação aos do tratamento sem ractopamina, ZAGURY (2002) observou melhor desempenho quando houve a adição de 20 mg/kg, demonstrando que os resultados podem ser justificados quando é realizada avaliação econômica, que valide o uso de menores ou maiores concentrações.

Os dados de peso final e características de carcaça dos animais alimentados

com dietas contendo concentrações crescentes de ractopamina, encontram-se na Tabela 3. Na Figura 2 estão apresentadas as regressões dos dados de características de carcaça em relação às concentrações de ractopamina nas dietas.

Tabela 3. Peso final e características de carcaça de fêmeas suínas alimentadas com diferentes concentrações de ractopamina nas dietas.

Variáveis	Concentração de ractopamina, mg/kg de dieta				CV ⁸ , %	Regressão	P
	0	5	10	15			
Peso final, kg	111,04	110,13	110,69	110,52	6,97	-	0,3342
Peso da carcaça, kg	78,38	78,93	79,97	79,91	10,59	-	0,3204
RC ¹ , %	71,23	72,32	72,91	72,98	4,32	-	0,2197
CC ² , cm	99,00	101,38	99,25	103,00	3,61	-	0,2230
EMT ³ , cm	2,22	2,15	2,13	2,12	7,46	-	0,2132
PG ⁴ , mm	13,30	13,23	12,88	12,77	5,89	Linear	0,0101
PL ⁵ , mm	54,01	54,64	54,98	55,82	4,34	-	0,1147
QCM ⁶ , kg	48,92	49,81	49,77	49,78	3,63	-	0,2006
%CM ⁷ , %	60,47	61,30	61,41	61,56	8,94	Linear	0,0339
AOL, cm ²	48,17	51,25	51,14	52,31	7,21	Linear	0,0414
Área de gordura, cm ²	13,49	13,38	13,09	12,87	5,80	-	0,1148
Relação gordura/carne	0,28	0,26	0,26	0,25	9,11	Linear	0,0120

¹ Rendimento de carcaça; ² Comprimento de carcaça; ³ Espessura média de toucinho; ⁴ Profundidade de gordura; ⁵ Profundidade de lombo; ⁶ Quantidade de carne magra na carcaça; ⁷ Porcentagem de carne magra na carcaça; ⁸ Coeficientes de variação.

Observou-se que as concentrações crescentes de ractopamina nas dietas promoveu redução linear (P=0,0101) na profundidade de gordura, com conseqüente aumento linear (P=0,0339) na porcentagem de carne magra depositada. Embora não tenha sido encontrado efeito (P=0,1148) da adição de ractopamina sobre a área de gordura adjacente ao lombo, observou-se aumento linear (P=0,0414) para a área de olho de lombo, o que promoveu decréscimo linear (P=0,0120) na relação gordura/carne.

MARINHO et al. (2007) ao avaliarem a adição de 0 e 5 mg ractopamina/kg de dieta para suínos abatidos aos 120 kg, não observaram efeito sobre a espessura de

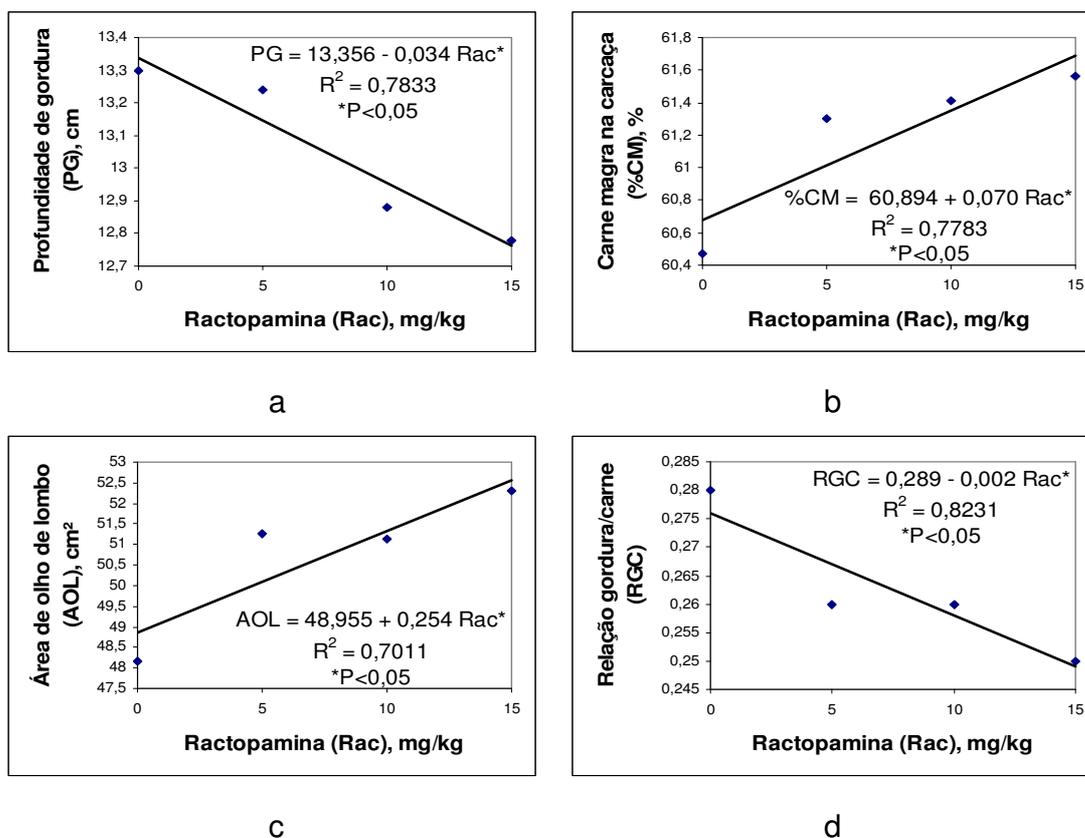


Figura 2. Profundidade de gordura (a), porcentagem de carne magra na carcaça (b), área de olho de lombo (c) e relação gordura/carne (d), em função das concentrações de ractopamina nas dietas para fêmeas suínas.

toucinho, a profundidade de lombo e a porcentagem de carne magra, enquanto SEE et al. (2004), utilizando 0 e 10 mg ractopamina/kg de dieta para suínos com peso de abate próximo de 110 kg, verificaram que este agonista β adrenérgico não apenas reduziu a espessura de toucinho, como também aumentou a área de olho de lombo, com elevação de 6,48% na porcentagem de carne magra na carcaça. De acordo com BRIDI et al. (2008), para que os efeitos da ractopamina sobre as características de carcaça e a síntese proteica no tecido muscular sejam evidenciados, é necessário fornecer teores de proteína e aminoácidos, principalmente de lisina, acima dos valores convencionalmente utilizados nas dietas de suínos na fase de terminação. ARMSTRONG et al. (2004) recomendaram que os teores de proteína bruta e lisina, em dietas em que há inclusão de ractopamina, devem ser superiores a 16 e 1%,

respectivamente, havendo ainda, um acréscimo proporcional dos demais aminoácidos em relação ao teor de lisina na dieta.

No presente trabalho, os animais que receberam dietas contendo 15 mg ractopamina/kg apresentaram melhores resultados para as características de carcaça, demonstrando que o agonista atuou tanto no metabolismo lipídico, por meio da redução linear observada na profundidade de gordura (Figura 2a), como no proteico, pelo efeito linear favorável verificado na área de olho de lombo (Figura 2c).

Na Tabela 4 encontram-se os pesos e rendimentos dos cortes inteiros do pernil, paleta, sobre-paleta, carré, barriga com costelas e pés, da meia carcaça direita de fêmeas suínas alimentadas com diferentes concentrações de ractopamina nas dietas. As equações de predição para os cortes inteiros do pernil e paleta e rendimento da paleta encontram-se na Figura 3.

Tabela 4. Pesos médios (kg) e rendimentos (%) dos cortes inteiros do pernil, paleta, sobre-paleta, carré, barriga com costelas e pés, da meia carcaça direita de fêmeas suínas alimentadas com diferentes concentrações de ractopamina nas dietas.

Cortes inteiros	Concentração de ractopamina,				CV ¹ , %	Regressão	P
	mg/kg						
	0	5	10	15			
Pernil, kg	12,31	12,37	12,87	13,02	5,37	Linear	0,0210
Paleta, kg	8,61	8,61	8,86	9,18	4,91	Linear	0,0076
Sobre-paleta, kg	3,95	3,71	4,10	4,17	8,69	-	0,0702
Carré, kg	6,05	5,89	6,01	5,93	9,81	-	0,7767
Barriga com costelas, kg	6,24	6,48	6,18	6,26	8,29	-	0,7856
Pés, kg	0,39	0,37	0,39	0,38	10,37	-	0,5593
Pernil, %	31,36	31,37	33,22	33,39	3,16	-	0,1848
Paleta, %	22,64	22,67	22,87	23,34	3,44	Linear	0,0135
Sobre-paleta, %	10,41	9,38	10,59	10,59	10,36	-	0,3070
Carré, %	15,92	14,87	15,45	15,50	8,08	-	0,2699
Barriga com costelas, %	16,43	16,56	15,90	15,98	7,48	-	0,2781
Pés, %	1,03	0,94	0,99	0,98	10,35	-	0,2227

¹ Coeficientes de variação.

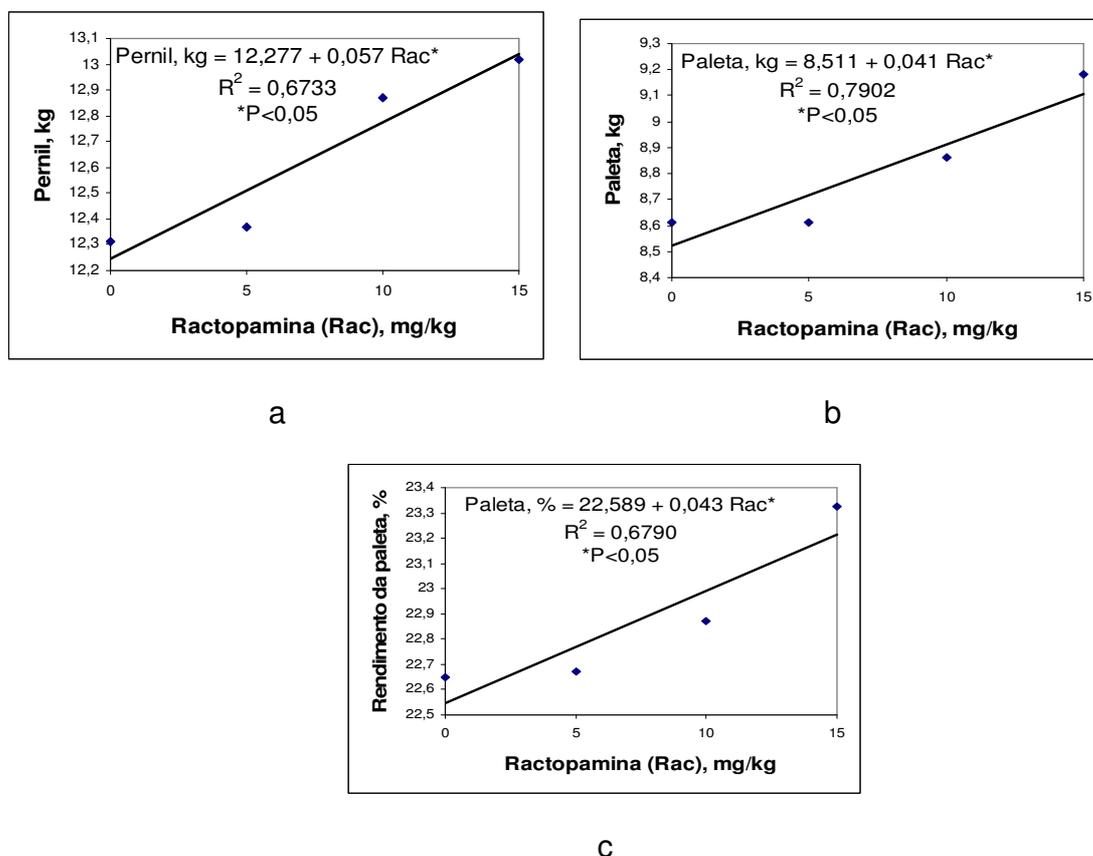


Figura 3. Pesos do pernil (a), paleta (b) e rendimento da paleta (c), em função das concentrações de ractopamina nas dietas para fêmeas suínas.

As concentrações crescentes de ractopamina nas dietas promoveram aumentos lineares ($P < 0,05$) nos pesos do pernil, paleta e rendimento da paleta de fêmeas suínas.

Estes resultados concordaram parcialmente com os verificados por UTTARO et al. (1993), que ao avaliarem a inclusão de 20 mg de ractopamina/kg de dieta, observaram aumento no peso da paleta mas não do pernil, e com os encontrados por CROME et al. (1996), que testaram concentrações crescentes de ractopamina (0, 10 e 20 mg/kg de dieta), notaram efeitos lineares favoráveis sobre os pesos dos cortes inteiros do pernil, carré, paleta e sobre-paleta. Discordaram, no entanto, dos resultados notados por CANTARELLI (2007), que estudou a adição de 5 mg de ractopamina/kg de dieta e não encontrou efeito sobre os pesos do pernil, paleta, sobre-paleta e carré, porém, verificou maior porcentagem de carne em todos os cortes.

Na Tabela 5 encontram-se os pesos e rendimentos de ossos, pele, gordura e carne do pernil, em função das concentrações de ractopamina nas dietas. Na Figura 4 encontram-se as regressões para os pesos e rendimentos de gordura e carne do pernil, em função das concentrações de ractopamina nas dietas.

Tabela 5. Pesos médios (kg) e rendimentos (%) de ossos, pele, gordura e carne do pernil, de fêmeas suínas alimentadas com dietas contendo diferentes concentrações de ractopamina.

Composição do pernil	Concentração de ractopamina, mg/kg				CV ¹ , %	Regressão	P
	0	5	10	15			
Ossos, kg	1,43	1,44	1,39	1,44	8,38	-	0,9687
Pele, kg	0,82	0,84	0,82	0,82	6,65	-	0,8753
Gordura, kg	1,49	1,43	1,34	1,34	11,22	Linear	0,0307
Carne, kg	8,05	8,51	8,74	8,94	5,74	Linear	0,0035
Ossos, %	11,65	11,62	10,80	11,16	10,28	-	0,2152
Pele, %	6,69	6,75	6,36	6,35	7,69	-	0,0804
Gordura, %	12,20	11,56	10,46	10,33	11,60	Linear	0,0026
Carne, %	65,41	67,32	67,92	68,87	7,87	Linear	0,0004

¹ Coeficientes de variação.

A adição de concentrações crescentes de ractopamina nas dietas para fêmeas suínas reduziu linearmente ($P=0,0307$) a quantidade de gordura e aumentou ($P=0,0035$) a de carne do pernil, evidenciando que a ractopamina atuou sobre o metabolismo proteico, diante do aumento linear da quantidade de carne, como também sobre o lipídico, pela redução na quantidade de gordura do pernil. Resultados semelhantes foram obtidos por BELLAYER et al. (1991), que ao avaliarem 3 concentrações de inclusão de ractopamina (0, 10, 20 mg/kg de dieta), observaram que a utilização deste agonista resultou em diminuição do peso da gordura e em aumento do peso da carne do pernil de suínos abatidos aos 100 kg. Embora CROME et al. (1996) não encontraram efeito da adição de concentrações crescentes de ractopamina sobre as quantidades de pele e osso do pernil, estes mesmos autores observaram

reduções nas quantidades de gordura subcutânea e intermuscular, além de aumento na quantidade de carne deste corte.

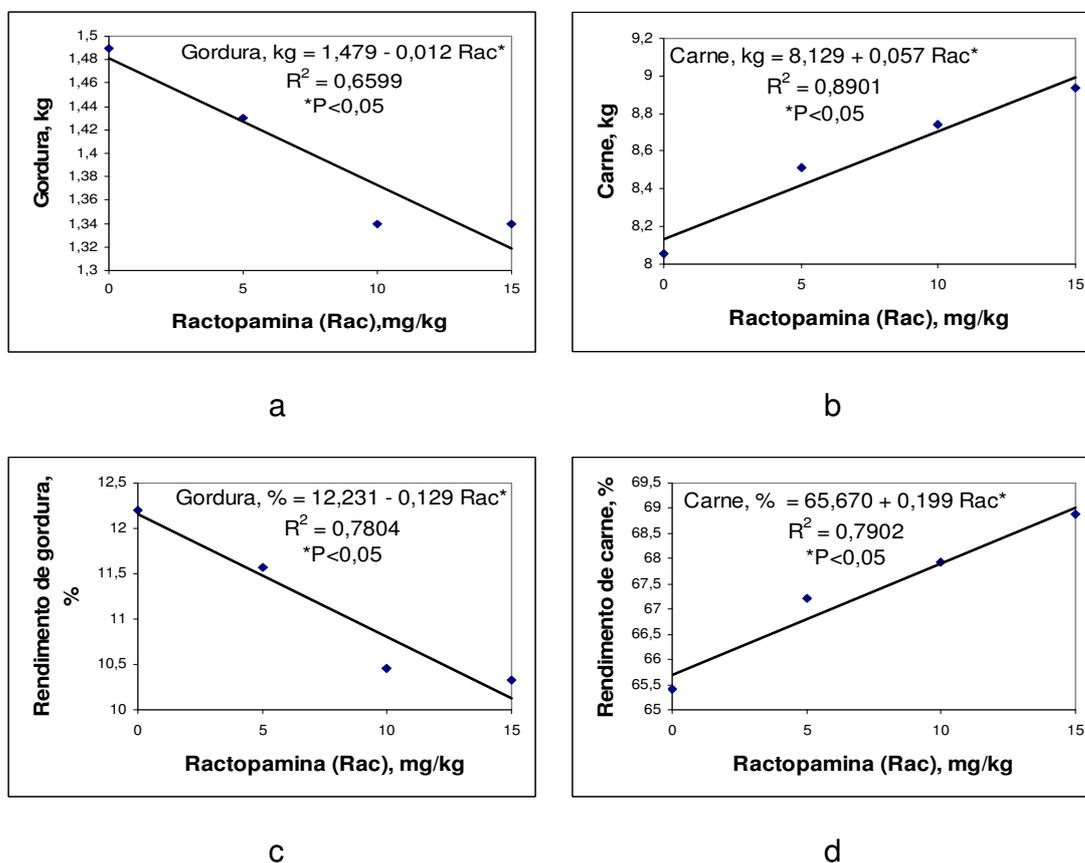


Figura 4. Pesos da gordura (a) e carne do pernil (b) e rendimentos de gordura (c) e de carne (d), em função das concentrações de ractopamina nas dietas para fêmeas suínas.

De acordo com ARMSTRONG et al. (2004), a predição de carne magra na carcaça, por meio de equações, pode subestimar a magnitude dos efeitos da ractopamina, visto que estes efeitos sobre os locais onde são realizadas as mensurações consideradas nas equações são limitados. SCHINCKEL et al. (2003) afirmaram que uma predição mais acurada da composição em carne magra da carcaça de animais alimentados com dietas contendo ractopamina deve ser realizada por meio de medidas com maior precisão, como dissecação do pernil ou análises químicas. No presente trabalho, observou-se que os níveis crescentes de ractopamina nas dietas,

ocasionaram efeito linear favorável, tanto para a %CM (Tabela 3), obtida por meio de equação, quanto para o rendimento de carne do pernil (Tabela 5), encontrado por meio da dissecação do pernil.

Os pesos e os rendimentos dos cortes cárneos do pernil de fêmeas suínas, em função das concentrações de ractopamina nas dietas, encontram-se na Tabela 6. Foi observado efeito linear favorável ($P < 0,05$), com a crescente adição de ractopamina, sobre os pesos do coxão mole e da alcatra e o rendimento do coxão mole (Figura 5).

Tabela 6. Pesos médios (kg) e rendimentos (%) dos cortes cárneos do pernil de fêmeas suínas alimentadas com dietas contendo diferentes concentrações de ractopamina.

Cortes cárneos	Concentração de ractopamina, mg/kg				CV ¹ , %	Regressão	P
	0	5	10	15			
Retalho, kg	0,99	1,08	1,06	1,09	9,64	-	0,0954
Patinho, kg	1,50	1,68	1,64	1,66	12,07	-	0,1702
Coxão mole, kg	1,93	2,14	2,18	2,17	7,40	Linear	0,0050
Coxão duro, kg	1,81	1,88	1,90	1,89	10,47	-	0,3945
Lagarto, kg	0,49	0,54	0,54	0,56	14,33	-	0,0783
Alcatra, kg	1,33	1,42	1,42	1,57	9,04	Linear	0,0022
Retalho, %	8,07	8,80	8,26	8,38	10,86	-	0,7640
Patinho, %	12,19	13,64	12,75	12,75	11,20	-	0,7264
Coxão mole, %	15,70	16,83	16,92	16,92	7,94	Linear	0,0412
Coxão duro, %	14,65	15,22	14,79	15,57	10,07	-	0,7695
Lagarto, %	3,96	4,37	4,21	4,32	14,65	-	0,3505
Alcatra, %	10,85	10,96	10,98	12,11	9,56	-	0,0553

¹ Coeficientes de variação.

De acordo com MILLS (2002), a adição de ractopamina na dieta promoveu aumento na síntese proteica e decréscimo na degradação da proteína muscular, evidenciado pela maior quantidade de RNA mensageiro para miosina e actina. Este mesmo autor afirmou ainda, que em animais que consomem dietas contendo ractopamina, observou-se aumento na circulação sanguínea dos músculos

esqueléticos, havendo alteração sobre as fibras musculares, favorecendo aquelas de contração rápida. Dessa forma, pela predominância de fibras musculares de contração rápida nos músculos *Gluteus medius* e *Semimembranosus* (KARLSSON et al., 1999), verificou-se no presente trabalho que a adição de concentrações crescentes de ractopamina às dietas promoveu aumentos lineares nos pesos da alcatra e do coxão mole.

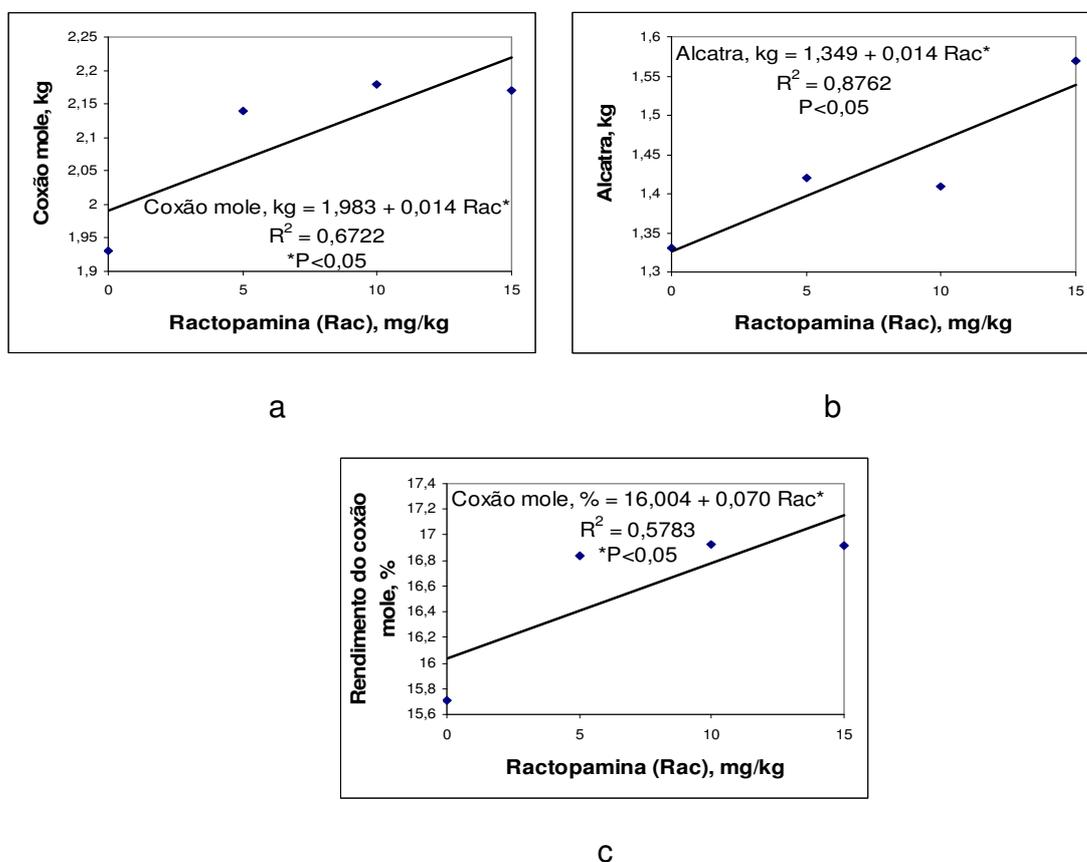


Figura 5. Pesos do coxão mole (a), alcatra (b) e rendimento do coxão mole (c), em função das concentrações de ractopamina nas dietas para fêmeas suínas.

DUNSHEA et al. (1993) ao avaliarem o efeito da inclusão de 20 mg de ractopamina/kg de dieta para suínos, sobre o diâmetro das fibras musculares, observaram que a ractopamina promoveu aumento de 6,4% no diâmetro das fibras musculares de contração rápida, sendo esta mesma magnitude de acréscimo,

observada na quantidade de carne na carcaça.

XIAO et al. (1999) ao avaliarem a adição de 20 mg de ractopamina/kg de dieta, para suínos machos castrados e fêmeas, também observaram aumentos significativos nos pesos dos músculos *Semimembranosus* (coxão mole), *Bíceps femoris* (coxão duro) e *Semitendinosus* (lagarto), encontrando apenas aumentos numéricos para os pesos dos músculos *Quadriceps femoris* (patinho) e *Gluteus medius* (alcatra). De acordo com estes mesmos autores, as diferentes respostas dos músculos avaliados podem estar relacionadas à maior participação das fibras musculares de contração rápida e com a densidade de receptores adrenérgicos nos músculos.

CONCLUSÃO

Conclui-se que, dentro das concentrações estudadas, a adição de 15 mg de ractopamina/kg de dieta proporciona melhor conversão alimentar e aumenta a porcentagem de carne magra na carcaça.

REFERÊNCIAS

- ABCS. Associação Brasileira de Criadores de Suínos. **Método brasileiro de classificação de carcaças**. Estrela: ABCS, 1973. 17 p. (Publicação Técnica , 2).
- ARMSTRONG, T. A.; IVERS, D. J.; WAGNER, J. R.; ANDERSON, D. B.; WELDON, W. C.; BERG, E. P. The effect of dietary ractopamine concentration and duration of feeding on growth performance, carcass characteristics, and meat quality of finishing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82, p. 3245-3253, 2004.
- BELLAVER, C.; FIALHO, E. T.; FÁVERO, J. A.; AJALA, L. C.; SEVERINO NETO, J. Níveis de ractopamina na dieta e efeitos sobre o desempenho e características de carcaça de suínos em terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, p. 1795-1802, 1991.
- BRIDI, A. M.; OLIVEIRA, A. R.; FONSECA, N. A.; COUTINHO, L. L.; HOSHI, E. H.;

BOROSKY, J. C.; SILVA, C. A. Efeito da ractopamina e do gênero no desempenho e na carcaça de suínos de diferentes genótipos halotano. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, p. 713-722, 2008.

BUDIÑO, F. E. L.; THOMAZ, M. C.; NEME, R.; RUIZ, U. S.; FRAGA, A. L.; HUAYNATE, R. A. R.; CAVALCANTI NETO, A.; SANTOS, V. M. Desempenho e características de carcaça de suínos em terminação recebendo diferentes níveis e marcas comerciais de cloridrato de ractopamina. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 62, p. 245-250, 2005.

CANTARELLI, V. S. **Ractopamina em rações para suínos em terminação com alimentação a vontade ou restrita**, 2007. 108 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

CROME, P. K.; McKEITH, F. K.; CARR, T. R.; JONES, D. J.; MOWREY, D. H.; CANNON, J. E. Effect of ractopamine on growth performance, carcass composition and cutting yields of pigs slaughtered at 107 and 125 kilograms. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 74, p. 709-716, 1996.

DUNSHEA, F. R.; KING, R. H.; CAMPBELL, R. G.; SAINZ, R. D.; KIM, Y. S. Interrelationships between sex and ractopamine on protein and lipid deposition in rapidly growing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, p. 2919-2930, 1993.

EVERITT, B. S. **The Cambridge dictionary of statistics**. Cambridge: Cambridge University Press, 1998. 360 p.

FÁVERO, J. A.; GUIDONI, A. L. Normatização e padronização da tipificação de carcaças de suínos no Brasil – aspectos positivos e restrições. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 2., 2001, Concórdia. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 2001. p. 73-79.

GUIDONI, A. L. Melhoria dos processos para tipificação de carcaças suínas no Brasil. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 1., 2000, Concórdia. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/pork>> Acesso em: 12 Fev. 2006.

GUSTIN, P.; ANSAY, M.; MAGHUIN-ROGISTER, G. La pharmacologie et le problème des résidus des agonistes β 2-adrenérgiques chez les bovins. **Annales de Médecine Vétérinaire**, Liège, v. 133, p. 293-311, 1989.

HAHN, J. D.; BAKER, D. H. Optimum ratio to lysine of threonine, tryptopham and sulfur amino acids for finishing swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, p. 482-489, 1995.

KARLSSON, A. H.; KLONT, R. E.; FERNANDEZ, X. Skeletal muscle fibres as factors for pork quality. **Livestock Production Science**, Londres, v. 60, p. 255-269, 1999.

LAFONTAN, M.; BERLAN, M.; PRUD'HON, M. Les agonistes beta-adrénergiques. Mecanismes d'action: lipomobilisation et anabolisme. **Reproduction Nutrition Development**, Les Ulis, v. 28, p. 61-84, 1988.

MARINHO, P. C.; FONTES, D. O.; SILVA, F. C. O.; SILVA, M. A.; PEREIRA, F. A.; AROUCA, C. L. C. Efeito da ractopamina e de métodos de formulação de dietas sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos machos castrados em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, p. 1061-1068, 2007.

MILLS, S. E. Biological basis of the ractopamine response. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, p. E28-E32, 2002. (E. Suppl. 2)

RAMOS, F.; SILVEIRA, M. I. N. Agonistas adrenérgicos β 2 e produção animal. I – Mecanismo de acção. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, Coimbra, v. 95, p. 99-110, 2000.

RAMOS, F.; SILVEIRA, M. I. N. Agonistas adrenérgicos β 2 e produção animal: II – relação estrutura-actividade e farmacocinética. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, Coimbra, v. 96, p. 167-175, 2001.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos** – Composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: Imprensa Universitária/UFV, 2005. 141 p.

SCHINCKEL, A. P.; LI, N.; RICHERT, B. T.; PRECKEL, P. V.; EINSTEIN, M. E. Development of a model to describe the compositional growth and dietary lysine requirements of pigs fed ractopamine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, p. 1106-1119, 2003.

SEE, M. T.; ARMSTRONG, T. A.; WELDON, W. C. Effect of a ractopamine feeding program on growth performance and carcass composition in finishing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82, p. 2474-2480, 2004.

UTTARO, R. E.; BALL, R. O.; DICK, P.; RAE, W.; VESSIE, G.; JEREMIAH, L. E. Effect of ractopamine and sex on growth, carcass characteristics, processing yield, and meat quality characteristics of crossbred swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, p. 2439-2449, 1993.

XIAO, R. J.; XU, Z. R.; CHEN, H. L. Effects of ractopamine at different dietary protein levels on growth performance and carcass characteristics in finishing pigs. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 79, p. 119-127, 1999.

ZAGURY, F. T. R. Abate de suínos pesados: vale a pena? **Porkworld**, Campinas, v. 1, n. 4, p. 30-34, 2002.

CAPÍTULO 3 – RACTOPAMINA EM DIETAS PARA FÊMEAS SUÍNAS: QUALIDADES FÍSICA, QUÍMICA, SENSORIAL E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DA CARNE

RESUMO: Objetivou-se analisar as qualidades física e química (capacidade de retenção de água, perda de água por cocção, cor, pH, força de cisalhamento, oxidação lipídica) e sensorial, bem como o perfil de ácidos graxos da carne de fêmeas suínas, alimentadas com dietas contendo concentrações crescentes de ractopamina. Um total de 468 fêmeas, com peso inicial de $84,77 \pm 7,20$ kg, foram alojadas em 36 baias e alimentadas com dietas contendo 0, 5, 10 ou 15 mg de ractopamina/kg. Após o período experimental de 28 dias, foram selecionados dois animais de cada baia, considerando apenas aqueles com peso dentro do intervalo compreendido pela média \pm desvio padrão do peso dos animais da baia, sendo abatidos após passarem por 15 horas de jejum sólido. Da meia carcaça direita resfriada de cada animal, foi colhida uma amostra do músculo *Longissimus* para avaliar os parâmetros físicos, sensoriais e o perfil de ácidos graxos da carne. O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso, para controlar as diferenças no peso inicial dos animais, com quatro dietas e nove repetições, sendo a unidade experimental constituída pela média de dois animais de cada baia. Não houve efeito ($P > 0,05$) da adição de ractopamina nas dietas sobre o pH, capacidade de retenção de água, força de cisalhamento, cor e oxidação lipídica da carne. Entretanto, observou-se efeito quadrático ($P < 0,05$) para as perdas por cocção da carne com as concentrações crescentes de ractopamina nas dietas. Em relação à análise sensorial das amostras do músculo *Longissimus*, não foi observada diferença ($P > 0,05$) para os parâmetros de sabor, textura e aceitação geral. Não foi também observado efeito ($P > 0,05$) sobre a composição em ácidos graxos e a proporção entre ácidos graxos saturados e insaturados. Conclui-se que a adição de até 15 mg de ractopamina/kg de dieta não altera as características físicas, sensoriais e o perfil de ácidos graxos da carne de fêmeas suínas abatidas com 110 kg de peso.

Palavras-chave: carne suína, modificador de carcaça, qualidade de carne

CHAPTER 3 – RACTOPAMINE IN DIETS FOR GILTS: PHYSICAL, CHEMICAL AND SENSORIAL QUALITY AND FAT ACIDS PROFILE OF MEAT

SUMMARY: A study was conducted to evaluate the physical and chemical (water holding capacity, cooking loss, color, pH, shear force and lipid oxidation) and sensorial quality and fat acids profile of meat from gilts fed diets containing increasing concentration of ractopamine. A total of 468 gilts with initial weight of 84.77 ± 7.20 kg were allotted into 36 pens and fed diets containing 0, 5, 10 or 15 mg of ractopamine/kg. After an experimental period of 28 days, two animals from each pen were chosen, considering the interval of mean \pm standard deviation of body weight of animals from each pen and slaughtered after 15 hours of fasting. A sample of the *Longissimus* muscle was collected to evaluate the physical and sensorial parameters and the fat acids profile of meat. It was used a randomized block design, to control the differences of body weight, with four diets and nine replicates. The experimental unit was based on the mean of two animals from each pen. There was no effect ($P > 0.05$) of ractopamine inclusion in pH, water holding capacity, shear force, color and lipid oxidation. Though, a quadratic trend was observed ($P < 0.05$) for cooking loss by increasing concentration of ractopamine in diets. For sensorial analysis of the *Longissimus* muscle, no differences were noted ($P > 0.05$) for flavor, tenderness and general approval. No effects were observed ($P > 0.05$) for fat acids profile and saturated and insaturated fat acids ratio. In conclusion, the increasing concentration until 15 mg of ractopamine/kg of diet do not change the physical and sensorial characteristics and the fat acids profile of meat from gilts slaughtered at 110 kg of body weight.

Keywords: carcass modifier, meat quality, pork meat

INTRODUÇÃO

A ractopamina é um agonista β adrenérgico que vem sendo utilizado em dietas para suínos, com o intuito de melhorar a qualidade das carcaças, por proporcionar maior deposição muscular, menor de gordura, e conseqüentemente, aumentar a quantidade de carne magra (MILLS, 2002). Os principais efeitos da ractopamina sobre o metabolismo estão relacionados ao tecido muscular esquelético e à gordura corporal dos animais, havendo pouca influência sobre o metabolismo glicídico (RAMOS & SILVEIRA, 2000).

Apesar do pouco conhecimento a respeito do mecanismo pelo qual ocorre a hipertrofia do tecido muscular nos animais promovida pela ação da ractopamina, de acordo com a literatura, a diminuição da proteólise é mais pronunciada, sendo comprovada pela menor capacidade proteolítica do músculo pós-morte. Assim, SAINZ et al. (1993) afirmaram que a adição de ractopamina em dietas para suínos promoveu aumento na quantidade de carne na carcaça, devido à menor ação da calpaína sobre a proteólise do músculo.

Com relação ao catabolismo lipídico, a diminuição da gordura corporal, particularmente a subcutânea e a intermuscular, é um dos efeitos mais visíveis ao se utilizar ractopamina em dietas para suínos (WILLIAMS et al., 1994; CARR et al., 2005). Entretanto, em função destes mesmos efeitos metabólicos, a ractopamina também pode afetar as características qualitativas da carne, sendo um importante aspecto a ser considerado, tanto para a indústria quanto para o consumidor. Enquanto CARR et al. (2005) observaram redução na maciez da carne de suínos, alimentados com dietas contendo 10 mg de ractopamina/kg de dieta, WEBER et al. (2006) verificaram que a inclusão da mesma concentração do produto nas dietas para suínos não alterou os padrões de coloração, marmoreio e maciez da carne.

As divergências sobre o uso deste agonista β adrenérgico sobre a qualidade da carne suína demonstram um possível efeito desfavorável, principalmente sobre a maciez da carne, que pode ser acentuado pela maior adição do produto (RAMOS & SILVEIRA, 2002), limitando assim sua inclusão em dietas para suínos.

Assim, objetivou-se avaliar os efeitos do uso de concentrações crescentes de ractopamina na dieta, sobre os parâmetros físicos, sensoriais e o perfil de ácidos graxos da carne de fêmeas suínas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em uma granja comercial, localizada no município de Taió-SC e teve duração de 28 dias. Foram utilizadas 468 fêmeas, com peso inicial de $84,77 \pm 7,20$ kg, alojadas em 36 baias (3,5 x 4 m) de piso compacto, equipadas com bebedouros tipo concha e comedouros lineares, que abrigavam 13 fêmeas suínas cada.

As dietas foram formuladas para atender as exigências nutricionais e energética mínimas indicadas por ROSTAGNO et al. (2005), considerando a concentração energética de 3230 kcal EM/kg de dieta, 16,20% de PB e 1,10% de lisina digestível, para fêmeas de alto potencial genético, havendo a substituição progressiva do inerte pelo produto comercial (RACTOSUIN®), o qual continha 2% de ractopamina. O teor de 1,10% de lisina digestível foi estabelecido pela maior exigência deste aminoácido, quando há adição de ractopamina na dieta (XIAO et al., 1999). Com base no conceito de proteína ideal, foram utilizadas as proporções de 70, 65 e 20%, para treonina, metionina+cistina e triptofano digestíveis, respectivamente, com relação ao teor de lisina digestível (HAHN & BAKER, 1995). Na Tabela 1 encontram-se as composições centesimal, química e energética da dieta controle. As dietas experimentais foram:

DC – dieta controle, composta principalmente por milho e farelo de soja;

DC5 – dieta controle contendo 5 mg de ractopamina/kg;

DC10 – dieta controle contendo 10 mg de ractopamina/kg;

DC15 – dieta controle contendo 15 mg de ractopamina/kg.

Tabela 1. Composições centesimal, química e energética da dieta controle

Ingredientes	%
Milho	77,59
Farelo de soja	18,48
Fosfato bicálcico	0,81
Calcário calcítico	0,52
Sal Comum	0,31
L – Lisina.HCl (78,5%)	0,63
DL – Metionina (99%)	0,16
L – Treonina (98,5%)	0,26
L – Triptofano (98%)	0,05
Suplemento vitamínico ¹	0,15
Suplemento mineral ²	0,15
Inerte	0,89
Total	100,00
Composições química e energética³	
Energia metabolizável, kcal/kg	3230,00
Proteína bruta, %	16,20
Lisina digestível, %	1,10
Metionina+Cistina digestível, %	0,62
Treonina digestível, %	0,72
Triptofano digestível, %	0,19
Fósforo disponível, %	0,25
Cálcio, %	0,48

¹ Suplemento vitamínico – quantidade por kg do produto: 2.500.000 UI de vitamina A; 500.000 UI de vitamina D3; 50 mg de biotina; 50 mg de colina; 10000 mg de niacina; 3000 mg de pantotenato de cálcio; 7 mg de vitamina B12; 1800 mg de vitamina B2; 7500 mg de vitamina E; 1000 mg de vitamina K3; ² Suplemento mineral – quantidade por kg do produto: 40.000 mg de ferro; 35.000 mg de cobre; 20.000 mg de manganês; 40.000 mg de zinco; 360 mg de cobalto; 840 mg de iodo; 120 mg de selênio; ³ Valores nutricionais dos ingredientes, propostos por ROSTAGNO et al. (2005).

Manejo dos animais

Ao início do experimento, os animais de cada baia foram pesados individualmente e identificados por meio de brincos numerados. Após a pesagem, as quatro dietas experimentais foram distribuídas de acordo com o peso médio dos animais de cada baia.

Abate dos animais

Ao final do experimento, dois animais de cada baia foram escolhidos na última pesagem antes do abate, considerando apenas aqueles que apresentavam o peso

dentro do intervalo compreendido pela média \pm desvio padrão do peso dos animais da baía, sendo então destinados ao abate.

Os abates ocorreram no dia seguinte à última pesagem. Os animais foram submetidos a jejum sólido prévio ao abate de 15 horas. Após o abate, as carcaças foram serradas longitudinalmente ao meio e pesadas, sendo levadas à câmara fria, em temperatura de refrigeração (4^o C), permanecendo por 24 horas.

Análises físicas e químicas da carne

Da meia carcaça direita de cada animal, foi colhida uma amostra de aproximadamente 20 cm do músculo *Longissimus*, sendo retirada a camada de gordura adjacente ao músculo. Esta amostra foi levada ao Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal do Departamento de Tecnologia da FCAV – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, onde foram realizadas as análises físicas da carne *in natura*, submetidas a refrigeração por período próximo de 24 horas.

Para medir a capacidade de retenção de água da carne crua, amostras de aproximadamente 2 g foram dispostas entre duas folhas de papel filtro e submetidas à pressão exercida por um peso de 10 kg durante 5 minutos (HAMM, 1986), pesando novamente as amostras, sendo expressas em porcentagem.

Para determinação da cor, cortes de aproximadamente 2 cm de espessura foram retirados das amostras, sendo expostos ao ar por 40 minutos para reação da mioglobina com o oxigênio atmosférico (SHIMOKOMAKI, 2003). As medidas de coloração foram obtidas com o aparelho da marca MINOLTA, operando no sistema CIE, encontrando valores de L* (indicação de luminosidade), a* (indicação do teor de vermelho) e b* (indicação do teor de amarelo) da carne. O pH da carne foi mensurado no centro geométrico da amostra, sendo realizadas 3 leituras por amostra. Em seguida, os cortes foram levados ao forno pré-aquecido (170^o C) até atingirem 70^o C de temperatura no centro geométrico, determinando-se as perdas por cocção pela diferença de peso das amostras antes e depois da cocção, sendo expressas em porcentagem.

Após a cocção, as amostras foram cortadas na forma cilíndrica e submetidas ao

aparelho TEXTURE ANALYZER TA-XT-125, para mensuração da força de cisalhamento, expressa em kgf/cm^2 (CORTE et al., 1979).

A análise de oxidação lipídica foi realizada por meio do método de TBARS, que quantifica as substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico, nas amostras *in natura*, de acordo com o método descrito por PIKUL et al. (1989).

Análise do perfil de ácidos graxos da carne

Uma amostra do músculo *Longissimus* foi destinada à quantificação dos ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados. Foram realizadas extrações lipídicas por solubilização em clorofórmio-metanol (2:1), sendo determinado o conteúdo de lipídeos totais (BLIGH & DYER, 1959), após secagem do extrato.

Os extratos concentrados de lipídeos obtidos em rotoevaporador (60°C), foram processados, sendo realizada a esterificação dos ácidos graxos (BRAGNOLO & RODRIGUEZ-AMAYA, 2002). Os extratos esterificados foram levados ao Laboratório de Bioquímica de Microrganismos de Plantas, do Departamento de Tecnologia da FCAV – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, para determinação do perfil de ácidos graxos, por meio de cromatografia gasosa.

Análise sensorial da carne

Para a análise sensorial, amostras do músculo *Longissimus* foram levadas ao forno à temperatura de 170°C , até atingirem a temperatura interna de 75°C . Após estarem assadas, foram cortadas em cubos de aproximadamente 2cm^3 , embaladas individualmente em papel alumínio e transferidas para béqueres codificados e mantidos em banho-maria à temperatura de $45\text{-}50^\circ\text{C}$. Para realização da análise foram utilizados 30 provadores não treinados.

Utilizou-se, no teste descritivo, escala hedônica de nove pontos, considerando os atributos de sabor (sensação de gosto e odor liberados pela amostra durante a mastigação), textura (percepção da força necessária para o cisalhamento da amostra ao morder) e aceitação geral (somatório de todas as percepções sensoriais, expressando a opinião dos julgadores sobre a qualidade da carne), conforme descrito

por DUTCOSKY (1996). Os nove pontos da escala consistiam em: 1 – desgostei muitíssimo; 2 – desgostei muito; 3 – desgostei regular; 4 – desgostei ligeiramente; 5 – indiferente; 6 – gostei ligeiramente; 7 – gostei regular; 8 – gostei muito e 9 – gostei muitíssimo.

Delineamento experimental e análises estatísticas

Utilizou-se o delineamento em blocos ao acaso, para controlar as diferenças de peso dos animais entre os animais das diferentes baias, com quatro dietas e nove repetições, sendo a unidade experimental constituída pela média de dois animais de cada baia.

Os dados obtidos, após serem analisados quanto a distribuição dos erros (teste de Cramer Von-Mises a 5%, de acordo com EVERITT, 1998), foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o pacote PROC GLM do programa estatístico SAS (SAS 9.1, SAS Institute, Cary, NC, USA), sendo realizadas regressões lineares múltiplas até o terceiro grau. Para os dados da análise sensorial, as notas obtidas para cada tratamento foram comparadas pelo teste de Tukey (5%).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de pH, capacidade de retenção de água, força de cisalhamento, perdas por cocção, cor e oxidação lipídica do músculo *Longissimus* de fêmeas suínas alimentadas com diferentes concentrações de ractopamina na dieta, encontram-se na Tabela 2. Não houve efeito ($P > 0,05$) da adição de ractopamina nas dietas sobre o pH, a capacidade de retenção de água, a força de cisalhamento, a cor (L^* , a^* , b^*) e a oxidação lipídica da carne de fêmeas suínas. Entretanto, observou-se efeito quadrático ($P = 0,0187$) sobre as perdas por cocção da carne, com as crescentes concentrações de ractopamina adicionadas às dietas (Figura 1), sendo o maior valor de perdas por cocção estimado para a concentração de 11,57 mg de ractopamina/kg de dieta. FERNANDES (1995) afirmou que a utilização de ractopamina em dietas para suínos provocou aumento na quantidade de água nas carcaças, refletindo-se assim em menor

capacidade de retenção de água. Tal efeito pode ser considerado negativo para a indústria de processamento e também para os consumidores, visto que resulta em menor rendimento em função das perdas, não apenas de água, mas também de proteínas solúveis, vitaminas e minerais (BONAGURIO et al., 2003), além de reduzir a palatabilidade da carne.

Tabela 2. Valores de pH, capacidade de retenção de água (CRA), força de cisalhamento (FC), perdas por cocção (PPC), cor (L*, a* e b*) e oxidação lipídica do músculo *Longissimus* de fêmeas suínas alimentadas com diferentes concentrações de ractopamina nas dietas.

Qualidade da carne	Concentração de ractopamina,				CV ¹ , %	Regressão	P
	mg/kg						
	0	5	10	15			
pH	5,59	5,71	5,62	5,75	3,33	-	0,1670
CRA, %	68,89	69,21	67,77	68,23	2,57	-	0,2253
FC, kgF/cm ²	1,46	1,32	1,62	1,50	20,53	-	0,3784
PPC, %	29,34	31,49	33,66	33,76	9,00	Quadrática	0,0187
Cor							
L*	49,89	50,82	48,17	46,47	9,54	-	0,0899
a*	7,87	7,34	8,03	6,96	16,60	-	0,3258
b*	4,26	3,64	3,15	3,14	39,87	-	0,0939
Oxidação lipídica, mg/kg	0,045	0,045	0,045	0,034	23,52	-	0,2152

¹ Coeficientes de variação.

Embora não tenham sido observadas alterações sobre os parâmetros de cor, FERREIRA & BASTOS (1994) afirmaram que a carne oriunda de animais alimentados com dietas contendo ractopamina apresenta-se mais escura, devido à estimulação *ante-mortem* da glicogenólise, levando à redução do glicogênio muscular e limitando a acidificação normal *post-mortem*.

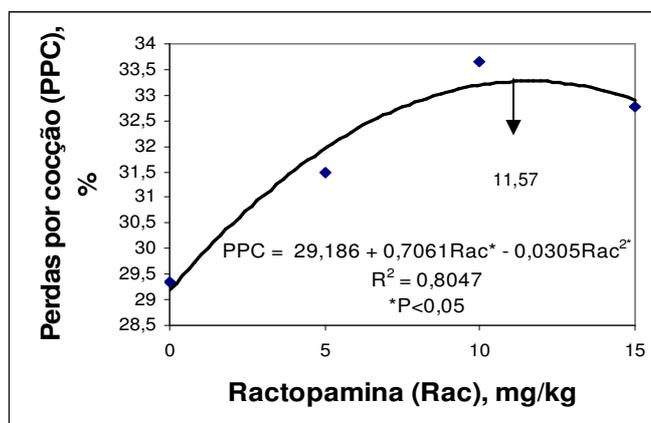


Figura 1. Perdas por cocção do músculo *Longissimus* de fêmeas suínas, em função das crescentes concentrações de ractopamina nas dietas.

Em relação à análise sensorial das amostras do músculo *Longissimus* de fêmeas suínas alimentadas com diferentes concentrações de ractopamina na dieta, não foi observada diferença ($P > 0,05$) entre as amostras, para os parâmetros de sabor, textura e aceitação geral (Tabela 3).

Tabela 3. Análise sensorial das amostras do músculo *Longissimus* de fêmeas suínas alimentadas com diferentes concentrações de ractopamina nas dietas.

	Concentração de ractopamina, mg/kg				CV ¹ , %	P
	0	5	10	15		
Sabor	7,29	7,46	7,16	7,58	14,83	>0,05
Textura	7,58	7,20	7,20	7,00	16,48	>0,05
Aceitação geral	7,17	7,21	7,17	7,54	15,21	>0,05

¹ Coeficientes de variação.

De acordo com RAMOS & SILVEIRA (2002), independentemente dos hábitos alimentares das diferentes populações, quando se trata de consumo de carne, os fatores de maior relevância para o consumidor são maciez e sabor, juntamente com suculência e odor. Associada a estes fatores, a aparência do produto também tem importância, embora não tenha sido avaliada no presente trabalho.

Em relação ao sabor, como a ractopamina tem efeito direto sobre a deposição de gordura subcutânea e intermuscular (WILLIAMS et al., 1994; CARR et al., 2005), sua utilização na alimentação de suínos, pode trazer como consequência, alguma alteração no sabor da carne. Entretanto, não foi observado tal resultado, possivelmente em razão da manutenção do perfil dos ácidos graxos. Da mesma forma, a textura não foi afetada pelo aumento das perdas por cocção da carne.

Embora CARR et al. (2005) tenham observado redução na maciez da carne de suínos alimentados com dietas contendo 10 mg de ractopamina/kg, não foi verificada tal diferença para esta variável no presente estudo, o que concordou com os resultados encontrados por WEBER et al. (2006).

JONES et al. (1985) relataram que o uso de agonistas β adrenérgicos nas dietas leva à produção de uma carne suína mais dura. WARRIS et al. (1991) ao compararem os resultados da análise sensorial com a avaliação mecânica da força de cisalhamento, em carne de suínos alimentados com dietas contendo agonistas β adrenérgicos, observaram aumento da força de cisalhamento, porém não detectado pela análise sensorial. De acordo com MOLONEY & ALLEN (1992), o efeito da adição de agonistas β adrenérgicos nas dietas sobre a maciez da carne não é semelhante para todas as espécies, sendo menos evidente na carne de suínos do que nas de bovinos, ovinos e frangos.

Na Tabela 4 encontra-se a composição em ácidos graxos do músculo *Longissimus* de fêmeas suínas alimentadas com diferentes concentrações de ractopamina nas dietas.

Não foi observado efeito ($P > 0,05$) da adição de ractopamina nas dietas, sobre a composição em ácidos graxos e a proporção de ácidos graxos saturados e insaturados das amostras do músculo *Longissimus* de fêmeas suínas. Estes resultados concordaram com os obtidos por WEBER et al. (2006), que ao avaliarem a adição de 10 mg de ractopamina/kg de dieta, para fêmeas suínas com alto potencial para deposição de carne magra, notaram que este agonista reduziu a quantidade de lipídeo total contido no músculo, porém sem alterar o perfil de ácidos graxos da gordura intramuscular ou mesmo a avaliação visual da marmorização. Esses mesmos autores

Tabela 4. Teores de ácidos graxos das amostras do músculo *Longissimus* de fêmeas suínas alimentadas com diferentes concentrações de ractopamina nas dietas.

Ácido graxo, %	Concentração de ractopamina, mg/kg				CV ¹ , %	Regressão	P
	0	5	10	15			
Cáprico (10:0)	0,09	0,10	0,08	0,09	17,28	-	0,3078
Láurico (12:0)	0,07	0,07	0,07	0,07	17,38	-	0,5337
Tridecanóico (13:0)	0,18	0,26	0,16	0,28	15,02	-	0,9192
Mirístico (14:0)	1,10	1,13	1,19	1,15	13,94	-	0,3815
Pentadecanóico (15:0)	0,13	0,11	0,10	0,11	46,64	-	0,4220
Palmítico (16:0)	25,16	24,33	25,03	24,49	5,16	-	0,5179
Palmitoleico (16:1)	2,29	2,50	2,37	2,25	15,08	-	0,6612
Pentadecanóico (17:0)	0,54	0,49	0,49	0,55	29,91	-	0,3557
Pentadecenóico (17:1)	0,35	0,45	0,38	0,44	27,37	-	0,4519
Esteárico (18:0)	12,02	11,13	11,96	12,06	10,87	-	0,3299
Oléico (18:1n9c)	38,42	41,23	41,10	40,55	10,34	-	0,2080
Linoleico (18:2n6c)	17,17	15,59	14,86	15,15	26,62	-	0,4276
γ-linolênico (18:3n6)	0,10	0,10	0,09	0,15	82,64	-	0,5505
α-linolênico (18:3n3)	0,54	0,52	0,49	0,50	15,66	-	0,4803
Eicosanóico (20:1n9)	0,45	0,49	0,53	0,52	33,21	-	0,5864
Eicosadienóico (20:2)	0,45	0,44	0,41	0,39	24,82	-	0,9962
Aracdônico (20:4n6)	0,94	0,79	0,68	1,26	64,92	-	0,1289
Saturados	39,28	37,89	39,09	38,80	5,46	-	0,9387
Insaturados	60,72	62,11	60,91	61,20	3,46	-	0,8398
Monoinsaturados	41,52	44,67	44,38	43,76	10,11	-	0,3617
Poliinsaturados	19,20	17,44	16,53	17,44	27,04	-	0,4184
Insaturados/saturados	1,55	1,65	1,57	1,58	8,88	-	0,9509
γ-linolênico/ α-linolênico	0,18	0,19	0,19	0,28	73,61	-	0,2249

¹ Coeficientes de variação.

também afirmaram que a ractopamina não alterou o perfil de ácidos graxos da gordura da barriga de fêmeas suínas, apresentando valores ideais preconizados pela indústria de processamento da carne.

Embora RAMOS & SILVEIRA (2002) tenham observado que a adição de agonistas β adrenérgicos em dietas para bovinos alterou o perfil de ácidos graxos, com aumento da relação entre os insaturados e saturados em decorrência do aumento do ácido graxo linoleico, no presente trabalho não foi observado tal efeito para a carne suína. O aumento da relação entre ácidos graxos insaturados e saturados, embora possa tornar a carne suína um alimento ainda mais saudável para o homem, pode torná-la uma matéria-prima ou produto menos vantajoso para a indústria de transformação, devido à maior susceptibilidade à oxidação dessa gordura contida na carne.

CONCLUSÃO

Conclui-se que a adição de até 15 mg de ractopamina/kg de dieta não altera as características físicas, sensoriais e o perfil de ácidos graxos da carne de fêmeas suínas abatidas com 110 kg de peso.

REFERÊNCIAS

- BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry Physiology**, Ottawa, v. 37, p. 911-917, 1959.
- BONAGURIO, S.; PÉREZ, J. R. O.; FURUSHO GARCIA, I. F.; BRESSAN, M. C.; LEMOS, A. L. S. C. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês puros e mestiços com Texel abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, p. 1981-1991, 2003. (Supl. 2)
- BRAGNOLO, N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Teores de colesterol, lipídeos totais e ácidos graxos em cortes de carne suína. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, p. 98-104, 2002.
- CARR, S. N.; RINCKER, P. J.; KILLEFER, J.; BAKER, D. H.; ELLIS, M.; McKEITH, F.K. Effects of different cereal grains and ractopamine hydrochloride on performance,

carcass characteristics, and fat quality in late-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 83, p. 223-230, 2005.

CORTE, O. O.; FELÍCIO, P. E.; CIA, G. **Sistematização da avaliação final de bovinos e bubalinos**. Qualidade de carne. Campinas: ITAL, 1979, p. 66-76. (Boletim Técnico do CTC, n. 3).

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: Champagnat, 1996. 123 p.

EVERITT, B. S. **The Cambridge dictionary of statistics**. Cambridge: Cambridge University Press, 1998. 360 p.

FERNANDES, T. Utilização de beta-agonistas como estimuladores do crescimento em animais destinados à produção de carne. In: IPPA - Instituto de Protecção da Produção Agro-Alimentar. **Utilização dos promotores de crescimento (beta-agonistas) em animais destinados à produção de carne**. Lisboa: IPPA, 1995. p. 39-49.

FERREIRA, M.; BASTOS, M. L. Os agonistas β_2 na produção de carne. **Revista Portuguesa de Farmácia**, Porto, v. 165, p. 91-96, 1994.

HAHN, J. D.; BAKER, D. H. Optimum ratio to lysine of threonine, tryptopham and sulfur amino acids for finishing swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, p. 482-489, 1995.

HAMM, R. Functional properties of the miofibrillar system and their measurement. In: BECHTEL, P. J. **Muscle as food**. Orlando: Academic Press, 1986. p.135-199.

JONES, R. W.; EASTER, R. A.; McKEITH, F. K.; DALRYMPLE, R. H.; MADDOCK, H. M.; BECHTEL, P. J. Effect of the β -adrenergic agonist cimaterol on the growth and carcass characteristics of finishing swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 61, p. 905-913, 1985.

MILLS, S. E. Biological basis of the ractopamine response. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, p. E28-E32, 2002. (E. Suppl. 2)

MOLONEY, A. P.; ALLEN, P. Repartioning effects of β -adrenergic agonists in meat. In:

KUIPER, H. A.; HOOGENBOOM, L. A. P. **In vitro toxicological studies and real time analysis of residues in food**, 8. Wageningen: Wageningen Press. 1992. p. 89-101.

PIKUL, J.; LESZCZYNSKI, D. E.; KUMMEROW, F. A. Evaluation of tree modified TBA methods for measuring lipid oxidation in chicken meat. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 37, n. 5, p. 1309-1313, 1989.

RAMOS, F.; SILVEIRA, M. I. N. Agonistas adrenérgicos β 2 e produção animal. I – Mecanismo de acção. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, Coimbra, v. 95, p. 99-110, 2000.

RAMOS, F.; SILVEIRA, M. I. N. Agonistas adrenérgicos β 2 e produção animal. III – Efeitos zootécnicos e qualidade da carne. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, Coimbra, v. 97, p. 51-62, 2002.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos** – Composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: Imprensa Universitária/UFV, 2005. 141 p.

SAINZ, R. D.; KIM, Y. S.; DUNSHEA, F. R.; CAMPBELL, R. G. Effects of ractopamine in pig muscles: histology, calpains and β -adrenergic receptors. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v. 44, p. 1441-1448, 1993.

SHIMOKOMAKI, M. Princípios da qualidade da carne. In: SIMPÓSIO DE QUALIDADE DA CARNE, 1., 2003, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 2003. 1 CD-ROM.

WARRIS, P. D.; NUTE, G. R.; ROLPH, T. P.; BROWN, S. N.; KESTIN, S. C. Eating quality of meat from pigs given the beta-adrenergic agonist salbutamol. **Meat Science**, Barking, v. 30, p. 75-80, 1991.

WEBER, T. E.; RICHERT, B. T.; BELURY, M. A.; GU, Y.; ENRIGHT, K.; SCHINCKEL, A. P. Evaluation of the effects of dietary fat, conjugated linoleic acid, and ractopamine on growth performance, pork quality, and fatty acid profiles in genetically lean gilts. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 84, p. 720-732, 2006.

WILLIAMS, N. H.; CLINE, T. R.; SCHINCKEL, A. P.; JONES, D. J. The impact of ractopamine, energy intake and dietary fat on finisher pig growth performance and carcass merit. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, p. 3152-3162, 1994.

XIAO, R. J.; XU, Z. R.; CHEN, H. L. Effects of ractopamine at different dietary protein levels on growth performance and carcass characteristics in finishing pigs. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 79, p. 119-127, 1999.

CAPÍTULO 4 - RACTOPAMINA EM DIETAS PARA FÊMEAS SUÍNAS: PRODUÇÃO DE FEZES+URINA POR ANIMAL E EXCREÇÕES DE NITROGÊNIO, FÓSFORO, POTÁSSIO E ENXOFRE NAS FEZES

RESUMO: Objetivou-se avaliar a produção de fezes+urina por animal e teores de matéria seca, matéria mineral, matéria orgânica, nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre nas fezes de fêmeas suínas alimentadas com dietas contendo concentrações crescentes (0, 5, 10 e 15 mg/kg de dieta) de ractopamina. Foram utilizadas 468 fêmeas, com peso inicial de $84,77 \pm 7,20$ kg e final de $110,59 \pm 7,70$ kg, alojadas em 36 baias de piso compacto. A cada semana foram realizadas duas colheitas diárias de fezes e urina, de quatro baias por tratamento, quantificando as fezes+urina produzidas no período de 24 horas. Para as determinações da matéria seca, matéria mineral, matéria orgânica, nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre nas fezes, foram realizadas duas colheitas semanais, de 9 baias por tratamento. Utilizou-se o delineamento em blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas, as concentrações de ractopamina nas dietas e as subparcelas, as quatro semanas, com quatro dietas e quatro repetições, para a produção de fezes+urina por animal e quatro dietas e nove repetições, para as características e teores de minerais nas fezes, sendo a unidade experimental constituída pela média das duas colheitas semanais em cada baia. Os teores de matéria seca e matéria orgânica nas fezes não foram afetados ($P > 0,05$) pela inclusão da ractopamina na dieta, porém houve efeito quadrático ($P < 0,05$) para semanas para ambas variáveis. Não houve redução ($P > 0,05$) na quantidade de nitrogênio excretado nas fezes, havendo interação ($P < 0,05$) entre concentração de ractopamina e semana, para a produção de fezes+urina por animal e para os teores de fósforo, potássio e enxofre nas fezes. Conclui-se que a adição de ractopamina na dieta pode reduzir o impacto ambiental causado pelos dejetos dos animais na fase de terminação.

Palavras-chave: impacto ambiental, minerais, terminação

CHAPTER 4 – RACTOPAMINE IN DIETS FOR GILTS: FECES+URINE PRODUCTION BY ANIMAL AND NITROGEN, PHOSPHORUS, POTASSIUM AND SULFUR EXCRETION IN FECES

SUMMARY: A study was conducted to evaluate the feces+urine production by animal, dry matter, mineral matter, organic matter, nitrogen, phosphorus, potassium and sulfur in feces of gilts fed diets with increasing concentration of ractopamine (0, 5, 10 and 15 mg/kg of diet). A total of 468 gilts, with initial weight of 84.77 ± 7.20 kg and final of 110.59 ± 7.70 kg were allotted into 36 pens. In two days of each week, feces and urine were daily sampled in four pens by treatment, quantifying the feces+urine produced within 24 hours. For the determination of dry matter, mineral matter, organic matter, nitrogen, phosphorus, potassium and sulfur in feces, two samples per week of feces were taken daily, in nine pens by treatment. It was used a randomized block design, in a subdivided plot, considering the ractopamine concentration as the plot and the weeks as the subplots, with four treatments and four replicates for feces+urine production by animal and four treatments and nine replicates for the characteristics and minerals in feces. The dry matter and organic matter of feces were not affected ($P > 0.05$) by ractopamine inclusion but there was a quadratic trend ($P < 0.05$) by week for both variables. There was no reduction ($P > 0.05$) in nitrogen quantity in feces, with interaction ($P < 0.05$) between ractopamine concentration and week for feces+urine production by animal and phosphorus, potassium and sulfur in feces. In conclusion, ractopamine addition in diets for gilts can decrease the environmental impact of finishing pigs manure.

Keywords: environmental impact, finishing, minerals.

INTRODUÇÃO

Na suinocultura, a quantidade produzida de resíduos depende diretamente do peso e da idade dos animais. As características dos resíduos também são afetadas por fatores como a fisiologia do animal e a composição das dietas. Nesse sentido, na fase de terminação há maior excreção de nutrientes, em virtude da pior conversão alimentar dos animais (PEET-SCHWERING et al., 1999), cujo efeito pode se agravar com a atual tendência em abater suínos com peso acima de 100 kg.

Com o intuito de promover a partição de nutrientes do tecido adiposo em favor da deposição muscular, novos produtos veem sendo estudados especificamente para a fase de terminação, visando melhorar a eficiência produtiva por modificar o *turn-over* proteico (MIMBS et al., 2005). Os agonistas β adrenérgicos, como a ractopamina, são os principais produtos utilizados para este fim, por proporcionarem a obtenção de carcaças mais magras e de maior bonificação pelo sistema de tipificação.

Em função da melhora na eficiência alimentar, os possíveis benefícios da utilização de ractopamina na dieta, sobre a quantidade de dejetos de suínos, são estimados a partir de dados de desempenho. CARROLL et al. (2001) afirmaram que a adição de 20 mg de ractopamina/kg de dieta, para suínos em terminação, diminuiu em 3,9% o consumo diário de ração e melhorou em 12,7% a eficiência alimentar, possibilitando a redução na idade ao abate em 4 dias, e a conseqüente diminuição no volume total de dejetos produzidos. Além disso, a utilização de ractopamina em dietas para suínos pode promover maiores retenções de nitrogênio (BARK et al., 1992) e de fósforo (De CAMP et al., 2001) pelos animais, reduzindo a porcentagem destes minerais nos dejetos.

Com o presente trabalho avaliou-se o efeito de 0, 5, 10 ou 15 mg de ractopamina/kg de dieta, para fêmeas suínas abatidas aos 110 kg, quanto à produção de fezes+urina por animal, teores de matéria seca, matéria mineral e matéria orgânica nas fezes e as excreções fecais de nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em uma granja comercial, localizada no município de Taió-SC e teve duração de 28 dias. Foram utilizadas 468 fêmeas, com peso inicial de $84,77 \pm 7,20$ kg e final de $110,59 \pm 7,70$ kg, alojadas em 36 baias (3,5 x 4 m) de piso compacto, equipadas com bebedouros tipo concha e comedouros lineares, que abrigavam 13 fêmeas suínas cada.

As dietas foram formuladas para atender as exigências nutricionais e energética mínimas indicadas por ROSTAGNO et al. (2005), considerando a concentração energética de 3230 kcal EM/kg de dieta, 16,20% de PB e 1,10% de lisina digestível, para fêmeas de alto potencial genético, havendo a substituição progressiva do inerte pelo produto comercial (RACTOSUIN®), o qual continha 2% de ractopamina. O teor de 1,10% de lisina digestível foi estabelecido pela maior exigência deste aminoácido quando há adição de ractopamina na dieta (XIAO et al., 1999). Com base no conceito de proteína ideal, foram utilizadas as proporções de 70, 65 e 20%, para treonina, metionina+cistina e triptofano digestíveis, respectivamente, com relação ao teor de lisina digestível (HAHN & BAKER, 1995). Na Tabela 1 encontram-se as composições centesimal, química e energética da dieta controle. As dietas experimentais foram:

DC – dieta controle, composta principalmente por milho e farelo de soja;

DC5 – dieta controle contendo 5 mg de ractopamina/kg;

DC10 – dieta controle contendo 10 mg de ractopamina/kg;

DC15 – dieta controle contendo 15 mg de ractopamina/kg.

Manejo dos animais

Ao início do experimento, os animais de cada baia foram pesados individualmente e identificados por meio de brincos numerados. Após a pesagem, as quatro dietas experimentais foram distribuídas de acordo com o peso médio dos animais de cada baia.

Tabela 1. Composições centesimal, química e energética da dieta controle.

Ingredientes	%
Milho	77,59
Farelo de soja	18,48
Fosfato bicálcico	0,81
Calcário calcítico	0,52
Sal Comum	0,31
L – Lisina.HCl (78,5%)	0,63
DL – Metionina (99%)	0,16
L – Treonina (98,5%)	0,26
L – Triptofano (98%)	0,05
Suplemento vitamínico ¹	0,15
Suplemento mineral ²	0,15
Inerte	0,89
Total	100,00
Composições química e energética³	
Energia metabolizável, kcal/kg	3230,00
Proteína bruta, %	16,20
Lisina digestível, %	1,10
Metionina+Cistina digestível, %	0,62
Treonina digestível, %	0,72
Triptofano digestível, %	0,19
Fósforo disponível, %	0,25
Cálcio, %	0,48

¹ Suplemento vitamínico – quantidade por kg do produto: 2.500.000 UI de vitamina A; 500.000 UI de vitamina D3; 50 mg de biotina; 50 mg de colina; 10000 mg de niacina; 3000 mg de pantotenato de cálcio; 7 mg de vitamina B12; 1800 mg de vitamina B2; 7500 mg de vitamina E; 1000 mg de vitamina K3; ² Suplemento mineral – quantidade por kg do produto: 40.000 mg de ferro; 35.000 mg de cobre; 20.000 mg de manganês; 40.000 mg de zinco; 360 mg de cobalto; 840 mg de iodo; 120 mg de selênio; ³ Valores nutricionais dos ingredientes, propostos por ROSTAGNO et al. (2005).

Produção de fezes+urina por animal e composição das fezes

Durante o período experimental, a cada semana foram realizadas duas colheitas diárias das fezes+urina produzidas pelos animais no período de 24 horas, de quatro baias por tratamento. Caracterizou-se como fezes+urina as excreções fecal e urinária dos animais, passíveis de serem retiradas manualmente com auxílio de enxada. Em cada baia havia uma caixa de saída de dejetos, em que as fezes+urina eram recolhidas e então quantificadas, obtendo-se a produção de fezes+urina por animal (PFUA), dividindo-se o peso obtido pelo número de animais da baia.

Para determinação da composição das fezes, foram realizadas duas colheitas

semanais, dos animais de nove baias por tratamento, recolhendo-se uma amostra composta de fezes por baia. Foram retiradas apenas alíquotas não contaminadas com ração ou urina, evitando-se o contato do material com o piso. As alíquotas de fezes foram recolhidas em baldes para posterior homogeneização e obtenção da amostra composta. Ao final de cada colheita, as amostras foram armazenadas em recipientes plásticos e congeladas.

Ao final do experimento, as fezes foram submetidas ao processo de secagem e moagem, sendo então determinados os teores de matéria seca, matéria mineral e matéria orgânica, de acordo com SILVA & QUEIRÓZ (2002).

Excreções fecais de nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre

As amostras de fezes processadas foram levadas ao Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da FCAV – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, onde foram determinados os teores de nitrogênio nas fezes, pelo método de Kjeldahl (SILVA & QUEIRÓZ, 2002). No Laboratório de Análises Químicas do Departamento de Tecnologia da FCAV – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, foram realizadas as digestões nítrica-perclórica das amostras, para posteriores determinações de fósforo, potássio e enxofre (FERREIRA & CRUZ, 1991; SILVA & QUEIRÓZ, 2002), sendo estas análises realizadas no Laboratório de Biodigestão Anaeróbia do Departamento de Engenharia Rural da mesma instituição.

Delineamento experimental e análises estatísticas

Na análise dos dados de produção de fezes+urina por animal, utilizou-se o delineamento em blocos ao acaso, para controlar as diferenças no peso inicial dos animais, em esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas os níveis de ractopamina nas dietas e as subparcelas as quatro semanas, com quatro dietas e quatro repetições, sendo a unidade experimental constituída pela média das duas colheitas semanais das fezes produzidas pelos animais de cada baia.

Para as análises de matéria seca, matéria mineral e matéria orgânica das fezes e

excreções fecais de nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre, utilizou-se os mesmos delineamento e esquema, com quatro dietas e nove repetições, sendo a unidade experimental constituída pelos valores médios das duas colheitas semanais realizadas em cada baía.

Os dados obtidos, após serem analisados quanto à distribuição dos erros (teste de Cramer Von-Mises a 5%, de acordo com EVERITT, 1998), foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o pacote PROC GLM do programa estatístico SAS (SAS 9.1, SAS Institute, Cary, NC, USA), e realizadas regressões lineares múltiplas para os efeitos principais e as interações significativas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 encontram-se a produção de fezes+urina por animal (PFUA), com base na matéria natural, e os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM) e matéria orgânica (MO), com base na matéria seca, nas fezes de fêmeas suínas alimentadas com dietas contendo concentrações crescentes de ractopamina, ao longo do período experimental.

Para a produção de fezes+urina por animal (PFUA), observou-se interação entre concentrações de ractopamina nas dietas e semanas. Não houve efeitos ($P>0,05$) da adição de ractopamina nas dietas e das semanas, sobre a matéria mineral nas fezes de fêmeas suínas. Observou-se também que os teores de matéria seca e matéria orgânica nas fezes não foram afetados ($P>0,05$) pela inclusão da ractopamina nas dietas, porém houve efeito quadrático ($P<0,05$) para semanas para ambas variáveis. Na Figura 1 encontram-se as regressões para os teores de matéria seca (Figura 1a) e matéria orgânica (Figura 1b), com maiores teores para a segunda (1,87) e primeira (1,33) semanas, respectivamente.

A maior presença de água nas fezes dos animais pode ser devido ao menor efeito da ractopamina sobre a deposição proteica, em função do tempo de fornecimento desta na dieta. De acordo com WILLIAMS et al. (1994), as melhores respostas de desempenho e deposição muscular em suínos, alimentados com dietas contendo

ractopamina, ocorrem durante os primeiros 14 dias de fornecimento da dieta contendo o agonista β adrenérgico.

Tabela 2. Produção de fezes+urina por animal (PFUA), com base na matéria natural, e teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM) e matéria orgânica (MO) nas fezes de fêmeas suínas, com base na matéria seca, em função das concentrações de ractopamina nas dietas, ao longo do período experimental.

Concentração de ractopamina (C), mg/kg	Variável				
	PFUA, kg	MS, %	MM, %	MO, %	
0	5,04	26,87	3,93	22,90	
5	4,71	27,13	4,17	23,00	
10	4,82	27,37	4,21	23,08	
15	4,68	27,26	4,22	22,85	
Semana (S)					
1	4,70	27,16	4,03	23,11	
2	4,67	27,84	4,10	23,60	
3	4,88	26,84	4,17	22,54	
4	4,96	26,79	4,23	22,57	
Efeito	C	NS	NS	NS	NS
	S	NS	Quadrático	NS	Quadrático
	C x S	*	NS	NS	NS
CV ¹ , %		17,11	5,11	9,42	4,85

¹ Coeficientes de variação; * P<0,05; NS – não significativo.

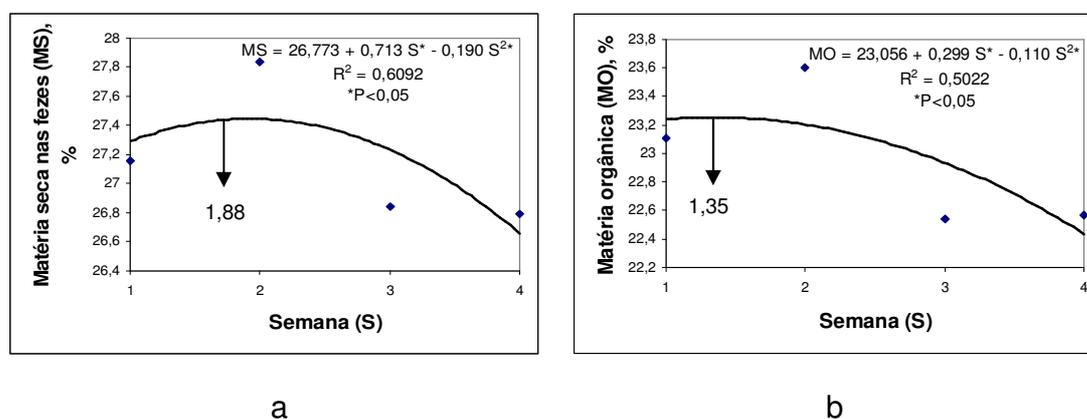


Figura 1. Teores de matéria seca (a) e matéria orgânica (b) nas fezes, com base na matéria seca, em função das semanas do período experimental.

SUTTON et al. (2001) ao avaliarem o efeito da inclusão de 20 mg de ractopamina/kg de dieta para suínos, observaram menor eficiência na retenção de

nitrogênio após a segunda semana de fornecimento, afirmando que o excesso de proteína ingerida, porém não retida, acarretou em maior consumo de água e, conseqüentemente em maior quantidade de água nas fezes.

O desdobramento da interação entre concentrações de ractopamina nas dietas e semanas, para a PFUA, está apresentado na Tabela 3. Na Figura 2 são apresentadas as equações de predição para PFUA por concentração de ractopamina, nas quatro semanas experimentais e na Figura 3 encontram-se as equações de predição para PFUA por semana, em função das concentrações de ractopamina nas dietas.

Tabela 3. Desdobramento da interação entre concentrações de ractopamina nas dietas e semanas, para produção de fezes+urina por animal (PFUA), com base na matéria natural.

		Semana				Efeito
		1	2	3	4	
		PFUA, kg				
Concentração de ractopamina, mg/kg	0	4,89	4,86	5,05	5,07	-
	5	4,65	4,71	4,82	4,91	Linear
	10	4,62	4,64	4,89	5,05	Linear
	15	4,51	4,50	4,77	4,92	Linear
Efeito		Linear	Linear	-	-	

Observou-se que a adição de ractopamina nas dietas promoveu aumento na produção de fezes+urina por animal, ao longo das quatro semanas experimentais (Figura 2), havendo uma possível correlação com a menor resposta dos receptores β adrenérgicos ao uso constante dos agonistas. Nesse sentido, SMITH et al. (1995) afirmaram que os efeitos do uso da ractopamina em dietas para suínos, sobre os metabolismos proteico e lipídico são maiores durante as duas primeiras semanas, com uma aparente perda de afinidade dos receptores aos agonistas β adrenérgicos, principalmente naqueles localizados no tecido adiposo, o que pode justificar os resultados encontrados no presente experimento, apenas para a primeira e segunda semanas (Figura 3).

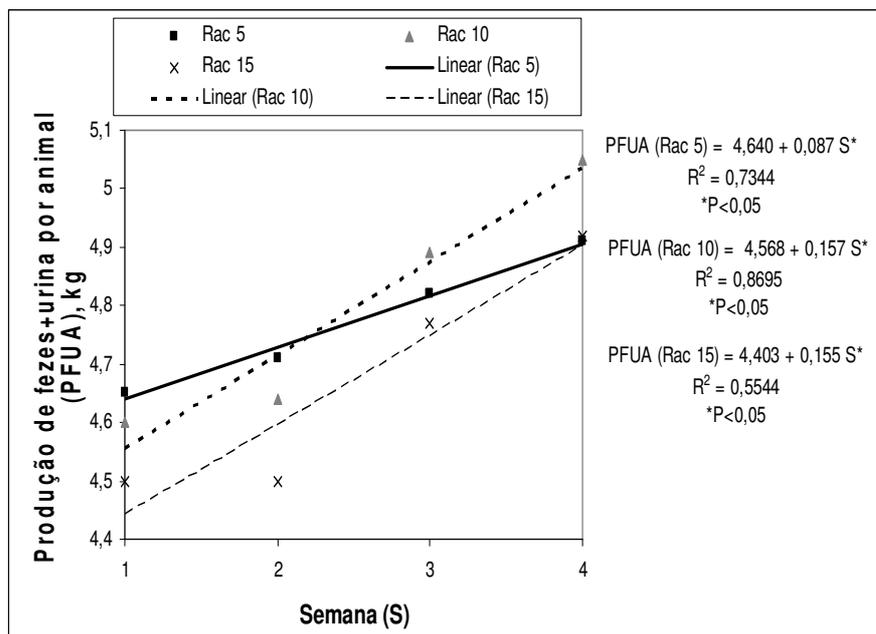


Figura 2. Produção de fezes+urina por animal (PFUA), com base na matéria natural, por concentração de ractopamina nas dietas para fêmeas suínas, em função das semanas do período experimental.

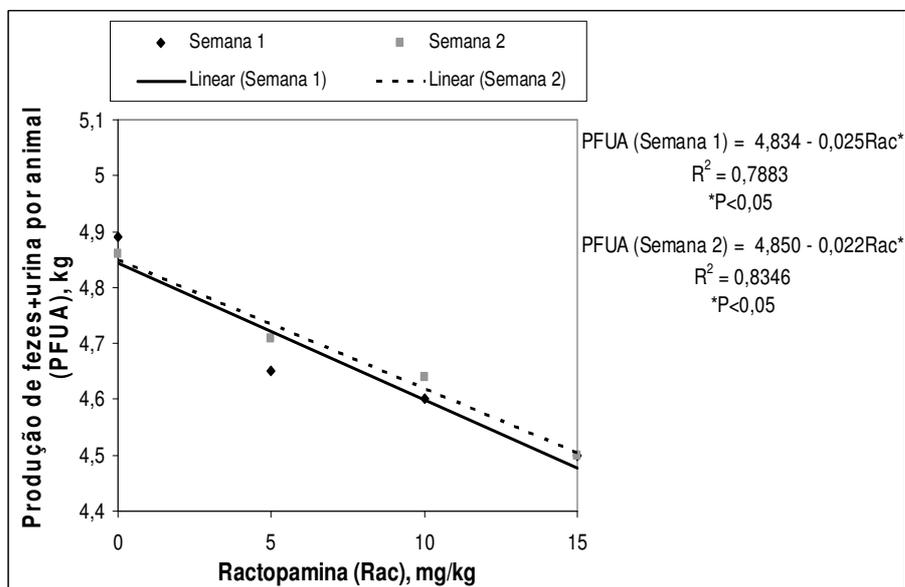


Figura 3. Produção de fezes+urina por animal (PFUA), com base na matéria natural, por semana do período experimental, em função das concentrações de ractopamina nas dietas para fêmeas suínas.

Em relação às duas primeiras semanas experimentais, observou-se que as crescentes concentrações de ractopamina nas dietas promoveram redução linear na produção de fezes+urina por animal, evidenciando que as maiores concentrações podem diminuir a produção total de dejetos de suínos na fase de terminação. SUTTON et al. (2001) também observaram que a adição de 20 mg de ractopamina/kg de dieta reduziu a produção de dejetos de suínos aos 90 kg de peso, verificando ainda maiores consumo de água e produção de urina pelos animais alimentados com dieta sem o agonista β adrenérgico, acarretando em maior quantidade de dejetos proveniente desses animais.

Os teores de nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre excretados nas fezes, expressos com base na matéria seca (MS), encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4. Teores médios de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) e enxofre (S) nas fezes de fêmeas suínas, com base na matéria seca, em função das concentrações de ractopamina nas dietas, ao longo do período experimental.

Concentração de ractopamina (C), mg/kg	Variável			
	N, %	P, %	K, %	S, mg/kg
0	3,92	1,96	1,17	2981
5	3,80	2,02	1,14	2990
10	3,76	2,03	1,22	3073
15	3,80	2,04	1,12	3277
Semana (S)				
1	3,93	2,04	1,11	2893
2	3,79	1,95	1,19	3045
3	3,96	2,01	1,20	3093
4	4,03	2,05	1,14	3290
Efeito C	NS	NS	NS	NS
Efeito S	Quadrático	NS	NS	NS
Efeito C x S	NS	*	*	*
CV ¹ , %	5,26	9,70	17,34	11,67

¹ Coeficientes de variação; * P<0,05; NS – não significativo.

Observou-se que a inclusão de ractopamina nas dietas não reduziu (P>0,05) os teores de nitrogênio excretado nas fezes. Para as semanas, no entanto, verificou-se efeito quadrático (P<0,05) com menor excreção deste mineral na segunda (2,10) semana do período experimental (Figura 4). Alguns trabalhos evidenciaram que o efeito

da ractopamina sobre a deposição muscular nos animais não é constante durante todo o período de fornecimento do produto na dieta, sendo observada resposta positiva imediata, seguida por um platô e então, por um decréscimo no ganho muscular (DUNSHEA et al., 1993; WILLIAMS et al., 1994). MOODY et al. (2000) afirmaram que a resposta aos efeitos da ractopamina sobre o tecido muscular diminui em função do tempo, devido à uma dessensibilização dos receptores β adrenérgicos das células, e dessa forma, os aminoácidos não são utilizados para a deposição muscular, acarretando em eliminação do excedente de proteína consumida, sob a forma de compostos nitrogenados. Os resultados encontrados por estes autores podem explicar os notados no presente experimento.

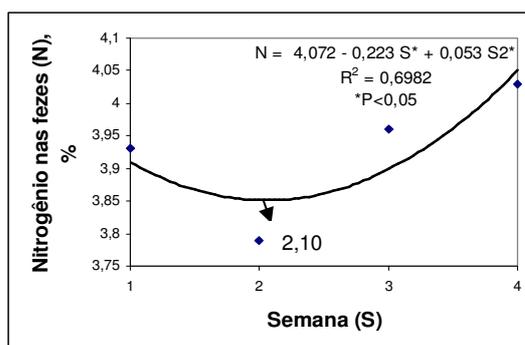


Figura 4. Teor de nitrogênio (N) nas fezes de fêmeas suínas, com base na matéria seca, em função das semanas do período experimental.

Os desdobramentos da interação entre concentrações de ractopamina nas dietas e semanas, para os teores de fósforo, potássio e enxofre nas fezes de fêmeas suínas, encontram-se na Tabela 5.

As equações de predição para teor de fósforo nas fezes por concentração de ractopamina na dieta, em função das semanas, encontram-se na Figura 5. Na Figura 6 encontram-se as regressões para teor de fósforo nas fezes por semana, em função das concentrações de ractopamina nas dietas.

Tabela 5. Desdobramentos das interações entre concentrações de ractopamina nas dietas e semanas, para os teores de fósforo (P), potássio (K) e enxofre (S) nas fezes de fêmeas suínas, com base na matéria seca.

		Semana				
		1	2	3	4	
		P, %				Efeito
Concentração de ractopamina, mg/kg	0	2,03	1,81	2,01	1,91	-
	5	1,92	1,95	2,03	2,14	Linear
	10	2,05	1,95	2,10	2,15	Quadrático
	15	2,07	1,97	2,03	2,06	-
Efeito	-	Linear	-	Quadrático		
		K, %				
Concentração de ractopamina, mg/kg	0	1,21	1,01	1,04	1,15	-
	5	1,10	1,19	1,18	1,21	-
	10	1,15	1,33	1,23	1,15	Quadrático
	15	0,99	1,24	1,23	0,94	Quadrático
Efeito	Linear	Quadrático	Quadrático	Quadrático		
		S, mg/kg				
Concentração de ractopamina, mg/kg	0	3275	3651	3089	3181	-
	5	3033	3384	3401	3388	Quadrático
	10	3211	3042	3313	4020	Quadrático
	15	3399	3560	3657	3708	Linear
Efeito	-	Quadrático	Linear	Quadrático		

Ao longo do período experimental, observou-se aumento linear ($P < 0,05$) na excreção de fósforo nas fezes pelos animais que consumiram 5 mg de ractopamina/kg de dieta. Verificou-se ainda efeito quadrático ($P < 0,05$) para a excreção de fósforo nas fezes daqueles que receberam 10 mg de ractopamina/kg de dieta, estimando-se que houve menor excreção deste mineral na segunda semana (2,12) experimental. De CAMP et al. (2001) observaram que a utilização de 18 mg de ractopamina/kg de dieta não alterou a quantidade de fósforo excretado nas fezes, porém reduziu a eliminação deste mineral pela urina, concluindo que este agonista β adrenérgico pode alterar a retenção de fósforo pelos suínos na fase de terminação.

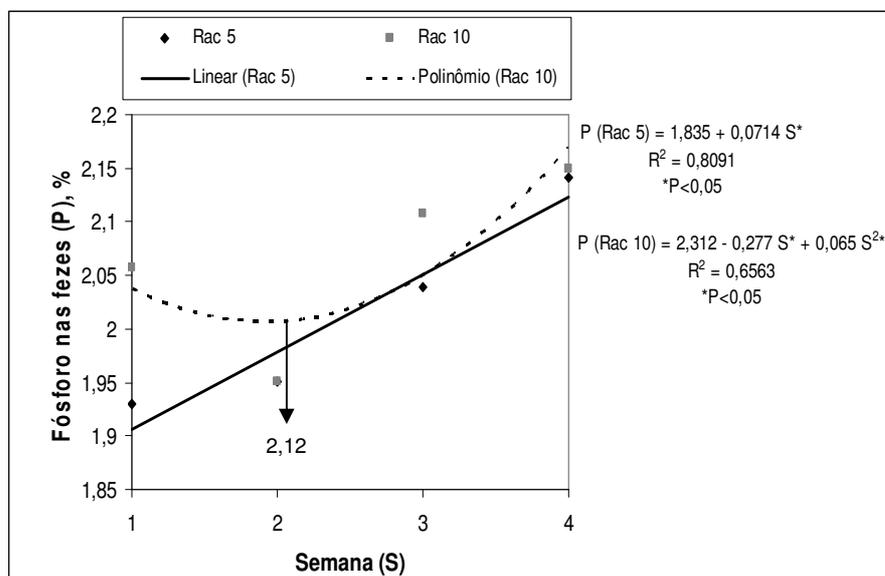


Figura 5. Teor de fósforo (P) nas fezes, com base na matéria seca, por concentração de ractopamina na dieta para fêmeas suínas, em função das semanas do período experimental.

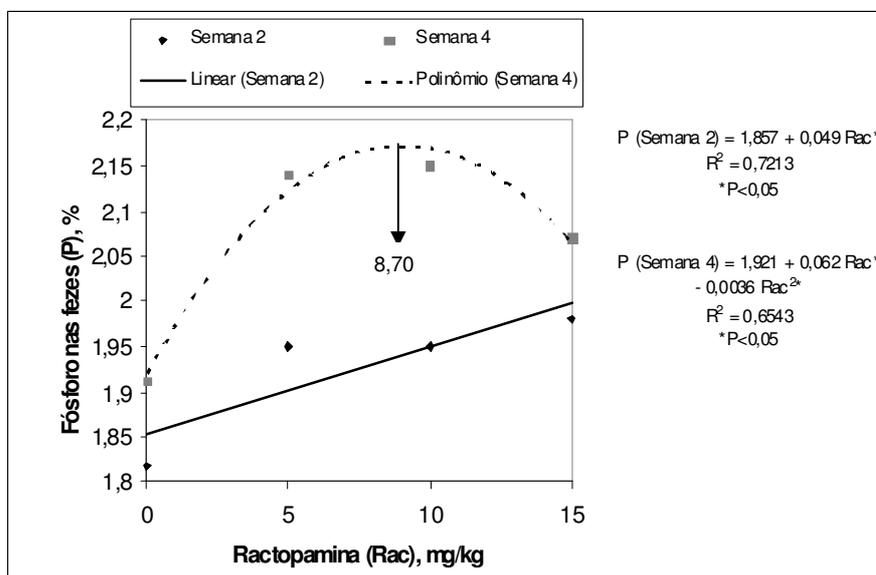


Figura 6. Teor de fósforo (P) nas fezes, com base na matéria seca, por semana do período experimental, em função das concentrações de ractopamina nas dietas para fêmeas suínas.

Analisando a excreção de fósforo por semana (Figura 6), verificou-se que na segunda semana do período experimental, as crescentes concentrações de ractopamina nas dietas resultaram em maior teor deste mineral nas fezes. Já para a quarta semana, observou-se efeito quadrático, com a maior excreção de fósforo nas fezes para a concentração estimada de 8,70 mg de ractopamina/kg de dieta.

Observou-se efeito quadrático ($P < 0,05$) para o teor de potássio nas fezes dos animais alimentados com dietas contendo 10 e 15 mg de ractopamina/kg (Figura 7), com maior excreção do mineral entre a segunda e a terceira (2,43 e 2,44) semanas. As equações de predição para o teor de potássio nas fezes por semana, em função das concentrações de ractopamina nas dietas, encontram-se na Figura 8.

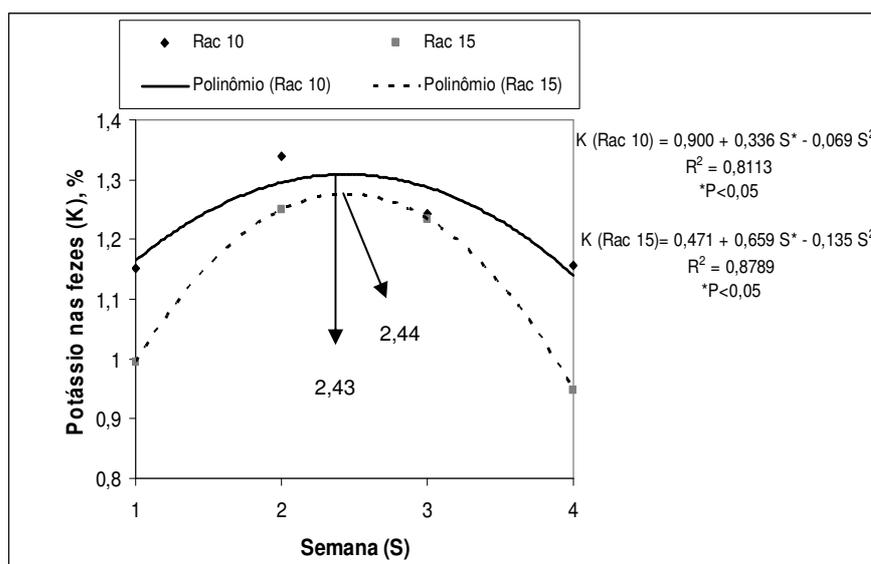


Figura 7. Teor de potássio (K) nas fezes, com base na matéria seca, por concentração de ractopamina nas dietas para fêmeas suínas, em função das semanas do período experimental.

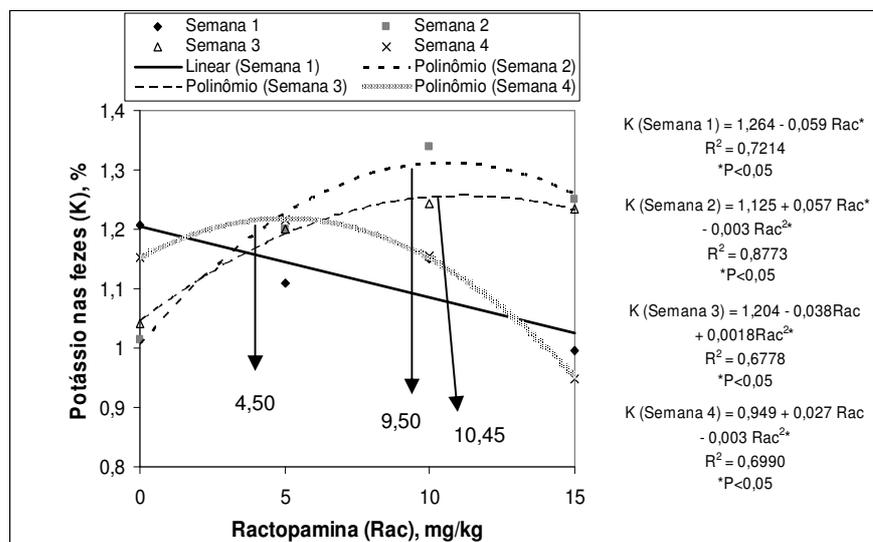


Figura 8. Teor de potássio (K) nas fezes, com base na matéria seca, por semana do período experimental, em função das concentrações de ractopamina nas dietas para fêmeas suínas.

Analisando a excreção de potássio nas fezes por semana, em função das diferentes concentrações de ractopamina nas dietas, observou-se redução linear ($P<0,05$) para a primeira semana e efeito quadrático ($P<0,05$) para as demais. As maiores excreções de potássio na segunda, terceira e quarta semanas foram estimadas para as concentrações de 9,50; 10,45 e 4,50 mg de ractopamina/kg de dieta, respectivamente.

A adição de ractopamina nas dietas promoveu efeito sobre a excreção de enxofre nas fezes ao longo das semanas do período experimental, sendo observado efeito quadrático quando houve a adição de 5 e 10 mg de ractopamina/kg de dieta e linear para a inclusão de 15 mg/kg (Figura 9). Ao estimar as excreções de enxofre nas fezes dos animais que consumiram dietas contendo 5 e 10 mg de ractopamina/kg, encontrou-se maior teor na terceira (2,93) e menor (1,89) na segunda semana, respectivamente. Na Figura 10 encontram-se as equações de predição para o teor de enxofre nas fezes dos animais por semana do período experimental, em função das concentrações de ractopamina nas dietas. Observou-se efeito quadrático ($P<0,05$) para a segunda e quarta semanas.

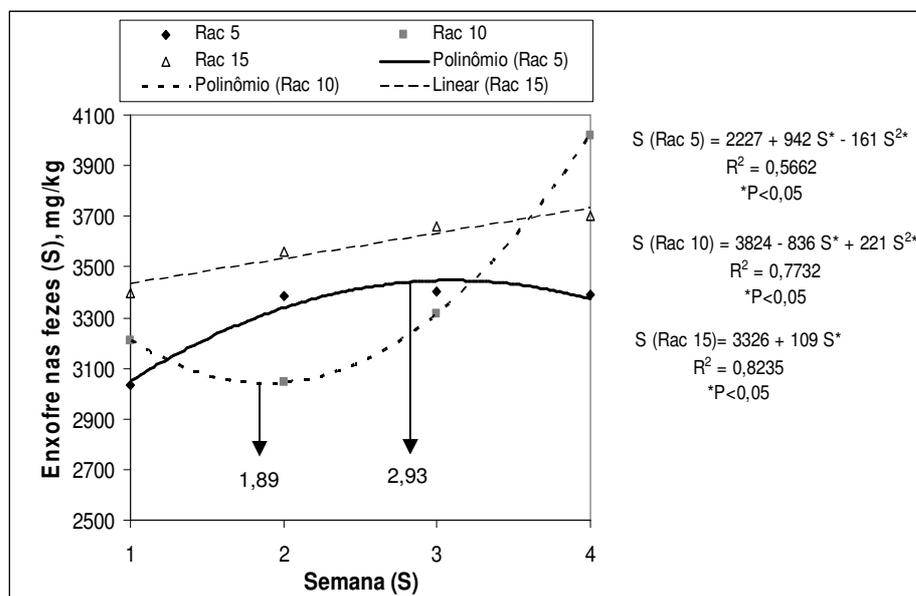


Figura 9. Teor de enxofre (S) nas fezes, com base na matéria seca, por concentração de ractopamina nas dieta para fêmeas suínas, em função das semanas do período experimental.

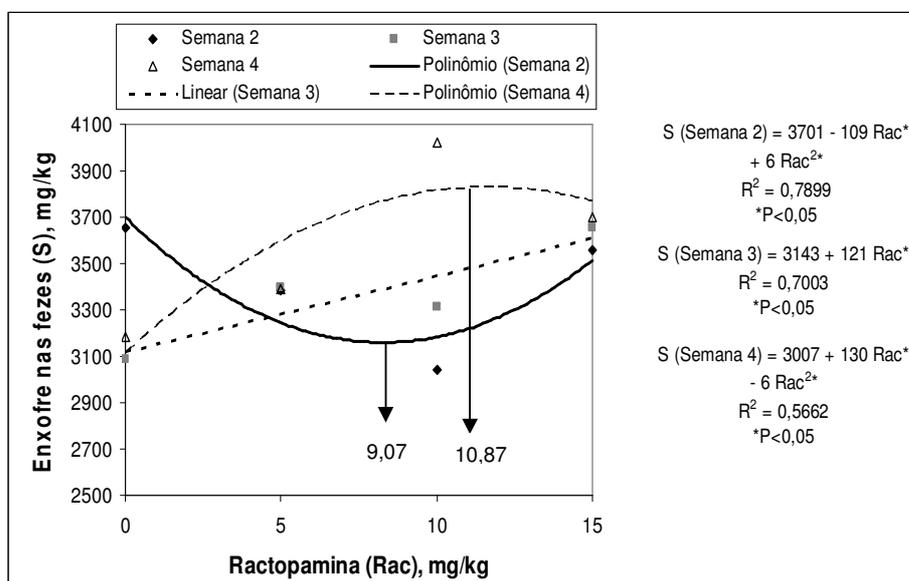


Figura 10. Teor de enxofre (S) nas fezes, com base na matéria seca, por semana do período experimental, em função das concentrações de ractopamina nas dietas para fêmeas suínas.

Houve menor excreção de enxofre nas fezes dos animais na segunda semana, para a concentração estimada de 8,93 mg de ractopamina/kg de dieta e maior excreção na quarta semana, para a concentração estimada de 10,87 mg/kg. Na terceira semana verificou-se uma crescente excreção de enxofre nas fezes, em função das maiores concentrações de ractopamina nas dietas.

As alterações na quantidade de enxofre excretado nas fezes, decorrentes da adição de diferentes concentrações de ractopamina, evidenciaram que o efeito deste agonista β adrenérgico em dietas para suínos não depende apenas do nível de lisina na dieta, mas também da suplementação dietética de aminoácidos sulfurados. MARINHO et al. (2007) ao avaliarem a adição de ractopamina e diferentes métodos de formulação de dietas, verificaram que, além da lisina, houve necessidade de ajustes nos níveis dos demais aminoácidos essenciais, para potencializar o efeito da ractopamina. De acordo com ARNINK & VERSTEGEN (2007), a suplementação adequada de aminoácidos na dieta é uma importante estratégia nutricional para otimizar o desenvolvimento do animal e reduzir as excreções de nitrogênio e dos demais minerais.

CONCLUSÃO

Por diminuir a produção de dejetos por animal, nas duas primeiras semanas de fornecimento e alterar a composição das fezes de fêmeas suínas, conclui-se que a adição de ractopamina na dieta pode reduzir o potencial impacto ambiental causado pelos dejetos dos animais na fase de terminação.

REFERÊNCIAS

ARNINK, A. J. A.; VERSTEGEN, M. W. A. Nutrition, key factor to reduce environmental load from pig production. **Livestock Science**, Londres, v. 109, p. 194-203, 2007.

BARK, L. J.; STAHLY, T. S.; CROMWELL, G. L.; MIYAT, J. Influence of genetic capacity for lean tissue growth on rate and efficiency of tissue accretion on pigs fed ractopamine.

Journal of Animal Science, Champaign, v. 70, p. 3391-3400, 1992.

CARROLL, A. L.; ANDERSON, D. B.; ELAM, T. E.; SUTTON, A. L. Environmental benefits of Paylean in finisher swine, and example based on adoption in the U.S. **Purdue University Cooperative Extension Service**, 2001. Disponível em: <<http://www.ces.purdue.edu/extmedia/AS/AS-551-W.pdf>>. Acesso em: 05/12/2008.

De CAMP, S. A.; HANKINS, S. L.; CARROLL, A. L.; IVERS, D. J.; RICHERT, B. T.; SUTTON, A. L.; ANDERSON, D. B. Effects of ractopamine and level of dietary crude protein on nitrogen and phosphorus excretion from finishing pigs. **Swine Research Report**, 2001. Disponível em: <<http://www.ansc.purdue.edu/swine/swineday/sday01/15.pdf>>. Acesso em 05/12/2008.

DUNSHEA, F. R.; KING, R. H.; CAMPBELL, R. G.; SAINZ, R. D.; KIM, Y. S. Interrelationships between sex and ractopamine on protein and lipid deposition in rapidly growing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, p. 2919-2930, 1993.

EVERITT, B. S. **The Cambridge dictionary of statistics**. Cambridge: Cambridge University Press, 1998. 360 p.

FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. **Micronutrientes na agricultura**. Piracicaba: POTAFOS, 1991. p. 549-573.

HAHN, J. D.; BAKER, D. H. Optimum ratio to lysine of threonine, tryptopham and sulfur amino acids for finishing swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, p. 482-489, 1995.

MARINHO, P. C.; FONTES, D. O.; SILVA, F. C. O.; SILVA, M. A.; PEREIRA, F. A.; AROUCA, C. L. C. Efeito da ractopamina e de métodos de formulação de dietas sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos machos castrados em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, p. 1061-1068, 2007.

MIMBS, K. J.; PRINGLE, T. D.; AZAIN, M. J.; MEERS, S. A.; ARMSTRONG, T. A. Effects of ractopamine on performance and composition of pigs phenotypically sorted into fat and lean groups. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 83, p. 1361-1369, 2005.

MOODY, D. E.; HANCOCK, D. L.; ANDERSON, D. B. Phenethanolamine repartitioning agentes. In: D´MELLO, P. F. D. **Farm animal metabolism and nutrition: Critical Reviews**. Wallingford: CAB International, p. 65-96, 2000.

PEET-SCHWERING, C. M. C.; JONGBLOED, A. W.; AARNINK, A. J. A. Nitrogen and phosphorus consumption, utilization and losses in pig production: The Netherlands. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 58, p. 213-224, 1999.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos** – Composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: Imprensa Universitária/UFV, 2005. 141 p.

SILVA, D. J.; QUEIRÓZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3 ed. Viçosa: Imprensa Universitária/UFV, 2002. 235 p.

SMITH, W. C.; PURCHAS, R. W.; VAN ENKEVORT, A.; PEARSON, G. Effects of ractopamine on the growth and carcass quality of entire male and female pigs fed ad libitum or at a restricted level. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Palmerston North, v. 38, p. 373-380, 1995.

SUTTON, A. L.; RICHERT, B. T.; HANKINS, S. L.; DeCAMP, S. A.; CARROL, A. L. Potential impact of ractopamine on environmental stewardship. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, p. 239, 2001. (Suppl. 1)

WILLIAMS, N. H.; CLINE, T. R.; SCHINCKEL, A. P.; JONES, D. J. The impact of ractopamine, energy intake and dietary fat on finisher pig growth performance and carcass merit. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, p. 3152-3162, 1994.

XIAO, R. J.; XU, Z. R.; CHEN, H. L. Effects of ractopamine at different dietary protein levels on growth performance and carcass characteristics in finishing pigs. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 79, p. 119-127, 1999.

CAPÍTULO 5 – RACTOPAMINA EM DIETAS PARA FÊMEAS SUÍNAS: CUSTO DA ALIMENTAÇÃO E RECEITAS BRUTA E LÍQUIDA PARCIAIS

RESUMO: Com o intuito de avaliar economicamente a adição de ractopamina em dietas para fêmeas suínas abatidas com 110 kg, foram utilizados os dados de desempenho e características de carcaça de 468 fêmeas, dos $84,77 \pm 7,20$ kg aos $110,59 \pm 7,70$ kg de peso. Os animais foram alimentados com dietas contendo 0, 5, 10 e 15 mg de ractopamina/kg durante 28 dias, quando foram destinados ao abate. O valor recebido por animal abatido foi determinado em duas situações, com e sem bonificação das carcaças, sendo descontado o valor dos mesmos ao início do experimento e o custo da alimentação. De acordo com cada tratamento, determinou-se as receitas bruta e líquida parciais, com e sem o adicional pela bonificação das carcaças. Utilizou-se o delineamento em blocos ao acaso, para controlar as diferenças no peso inicial dos animais, com quatro dietas e nove repetições, sendo a unidade experimental constituída pela média das receitas obtidas pelos 13 animais de cada baia. Não foram encontradas diferenças ($P > 0,05$) para as receitas brutas com ou sem bonificação. Entretanto, observou-se que as concentrações crescentes de ractopamina nas dietas, promoveram aumento ($P < 0,05$) nos custos da alimentação, e conseqüentemente reduziram linearmente ($P < 0,05$) a receita líquida parcial sem bonificação. Para a receita líquida parcial com bonificação, verificou-se efeito quadrático ($P < 0,05$) em função dos níveis de adição de ractopamina, havendo maior receita para o nível estimado de 4,05 mg de ractopamina/kg de dieta. Conclui-se que a adição de ractopamina em dietas para fêmeas suínas abatidas com 110 kg de peso, pode ser viável quando há bonificação por carcaças mais magras e nesta situação, recomenda-se o uso de 4 mg de ractopamina/kg de dieta.

Palavras-chave: agonista β adrenérgico, avaliação econômica, custo

CHAPTER 5 – RACTOPAMINE IN DIETS FOR GILTS: FEEDING COST AND GROSS AND NET INCOMES

SUMMARY: The inclusion of ractopamine was economically evaluated using performance and carcass characteristics data of 468 gilts slaughtered at 110 kg, from 84.77 ± 7.20 kg to 110.59 ± 7.70 kg of body weight. The animals were fed diets containing 0, 5, 10 and 15 mg of ractopamine/kg during 28 days and conducted to slaughter. The value received by animal was determined in two scenarios, with or without carcass bonification, discounting the value of each one at the beginning of experimental period and the feeding cost. According to each treatment, the gross and net incomes were determined with or without bonification. It was used a randomized block design, to control the differences of body weight, with four treatments and nine replicates, and the experimental unit was the mean income obtained by 13 animals from each pen. No differences was noted ($P > 0.05$) for gross income with or without bonification. Though, higher ractopamine concentration in diets increased the feeding cost ($P < 0.05$) and consequently reduced ($P < 0.05$) the net income without bonification linearly. For net income with bonification, there was a quadratic trend ($P < 0.05$) and better results were obtained with the estimated concentration of 4.05 mg of ractopamine/kg of diet. In conclusion, ractopamine inclusion in diets for gilts slaughtered at 110 kg of body weight is justified with bonification for lean carcass, and in this scenario, it was recommended to use 4 mg of ractopamine/kg of diet.

Keywords: β adrenergic agonist, cost, economical evaluation

INTRODUÇÃO

No passado, a principal estratégia utilizada pelos produtores para melhorar a renda obtida por animal era por meio do incentivo à ingestão de alimentos, visando maior peso ao abate, no menor tempo. Todavia, com a implementação da tipificação de carcaças por grande parte da indústria de processamento da carne suína, a melhor remuneração é baseada no pagamento por carcaças que apresentem maior rendimento em carne magra.

Nesse sentido, interessa diretamente ao produtor a produção de carcaças com qualidade superior, fazendo uso de agonistas β adrenérgicos como a ractopamina, que aumentam a deposição muscular. Na literatura, são encontrados diversos trabalhos que comprovam a eficácia da ractopamina em melhorar as características de carcaça de suínos (WILLIAMS et al., 1994; CROME et al., 1996; SEE et al., 2004), assim como os parâmetros de desempenho (ARMSTRONG et al., 2004; MARINHO et al., 2007), embora de forma menos evidente.

Os efeitos da ractopamina sobre o desempenho produtivo e a carcaça de suínos pode ser variável, em função das concentrações do agonista, de lisina e demais aminoácidos na dieta, do sexo e da idade dos animais ao início da inclusão do produto nas dietas. Assim, a viabilidade quanto à sua utilização, também pode ser variável não apenas pelos fatores supracitados, mas também pelos custos com alimentação e pela bonificação ou não de carcaças mais magras. Com isso, torna-se necessária a avaliação econômica, para estimar a viabilidade da adição de ractopamina em dietas para suínos.

Assim, o objetivo foi avaliar o custo da alimentação e as receitas bruta e líquida parciais, com a adição de concentrações crescentes de ractopamina às dietas de fêmeas suínas, abatidas aos 110 kg de peso, com ou sem bonificação das carcaças.

MATERIAL E MÉTODOS

Análise econômica

Para a avaliação econômica da inclusão de ractopamina em dietas para fêmeas suínas, foram utilizados os dados de desempenho e características de carcaça de 468 animais, dos $84,77 \pm 7,20$ kg aos $110,59 \pm 7,70$ kg de peso (Capítulo 2), cujo experimento foi conduzido no período de março a abril de 2008, em granja comercial situada no município de Taió – SC.

As dietas foram formuladas para atender as exigências nutricionais e energética mínimas indicadas por ROSTAGNO et al. (2005), considerando a concentração energética de 3230 kcal EM/kg de dieta, 16,20% de PB e 1,10% de lisina digestível, para fêmeas de alto potencial genético, havendo a substituição progressiva do inerte pelo produto comercial (RACTOSUIN®), o qual continha 2% de ractopamina. O teor de 1,10% de lisina digestível foi estabelecido pela maior exigência deste aminoácido quando há adição de ractopamina na dieta (XIAO et al., 1999). Com base no conceito de proteína ideal, foram utilizadas as proporções de 70, 65 e 20%, para treonina, metionina+cistina e triptofano digestíveis, respectivamente, com relação ao teor de lisina digestível (HAHN & BAKER, 1995). Na Tabela 1 encontram-se as composições centesimal, química e energética da dieta controle. As dietas experimentais foram:

- DC – dieta controle, composta principalmente por milho e farelo de soja;
- DC5 – dieta controle contendo 5 mg de ractopamina/kg;
- DC10 – dieta controle contendo 10 mg de ractopamina/kg;
- DC15 – dieta controle contendo 15 mg de ractopamina/kg.

Para calcular o custo com cada dieta experimental (Tabela 1), foram utilizados como base, os preços dos ingredientes praticados no Estado de Santa Catarina no mês de março de 2008, sendo: milho (R\$0,38/kg), farelo de soja (R\$0,77/kg), fosfato bicálcico (R\$1,55/kg), calcário calcítico (R\$0,13/kg), sal comum (R\$0,30/kg), L – lisina.HCl (R\$3,87/kg), DL – metionina (R\$9,50/kg), L – treonina (R\$5,28/kg), L – triptofano (R\$82,48/kg), suplemento vitamínico (R\$1,41/kg), suplemento mineral (R\$1,14/kg), inerte (R\$0,10/kg) e ractopamina (R\$120,00/kg).

Tabela 1. Composições centesimal, química e energética da dieta controle.

Ingredientes	%
Milho	77,59
Farelo de soja	18,48
Fosfato bicálcico	0,81
Calcário calcítico	0,52
Sal comum	0,31
L – Lisina.HCl (78,5%)	0,63
DL – Metionina (99%)	0,16
L – Treonina (98,5%)	0,26
L – Triptofano (98%)	0,05
Suplemento vitamínico ¹	0,15
Suplemento mineral ²	0,15
Inerte	0,89
Total	100,00
Composições química e energética³	
Energia metabolizável, kcal/kg	3230,00
Proteína bruta, %	16,20
Lisina digestível, %	1,10
Metionina+Cistina digestível, %	0,62
Treonina digestível, %	0,72
Triptofano digestível, %	0,19
Fósforo disponível, %	0,25
Cálcio, %	0,48

¹ Suplemento vitamínico – quantidade por kg do produto: 2.500.000 UI de vitamina A; 500.000 UI de vitamina D3; 50 mg de biotina; 50 mg de colina; 10000 mg de niacina; 3000 mg de pantotenato de cálcio; 7 mg de vitamina B12; 1800 mg de vitamina B2; 7500 mg de vitamina E; 1000 mg de vitamina K3; ² Suplemento mineral – quantidade por kg do produto: 40.000 mg de ferro; 35.000 mg de cobre; 20.000 mg de manganês; 40.000 mg de zinco; 360 mg de cobalto; 840 mg de iodo; 120 mg de selênio; ³ Valores nutricionais dos ingredientes, propostos por ROSTAGNO et al. (2005).

O custo da alimentação foi determinado a partir do consumo total de ração pelos animais de cada baía, durante o período experimental e do custo de cada dieta.

Com os valores de porcentagem de carne magra (%CM) e peso da carcaça quente (PCQ) foi determinado o índice de bonificação (IB), sendo este um fator de correção do valor da carcaça, expresso em porcentagem, de acordo com a seguinte fórmula (FÁVERO et al., 1997):

$$IB = 37,004721 + 0,094412 \times PCQ + 1,144822 \times \%CM - 0,000053067 \times PCQ \times \%CM + 0,000018336 \times PCQ^2 + 0,000409 \times \%CM^2$$

O valor final, em reais, recebido pelos suínos (R\$ suíno final), foi determinado em

duas situações, sendo :

(1) R\$ suíno final sem bonificação = preço do quilograma do suíno vivo x peso vivo final.

(2) R\$ suíno final com bonificação = [IB x (preço do quilograma do suíno vivo / 0,7236)] x PCQ, de acordo com FÁVERO et al. (1997), em que:

IB: Índice de Bonificação;

PCQ: Peso da Carcaça Quente.

Por meio do peso inicial de 85 kg e do preço do quilograma do suíno vivo, foi obtido o valor inicial, em reais (R\$ suíno 85 kg), dos animais no início do ensaio. Com os valores inicial e final obtidos com os animais e com o custo da alimentação, foram calculadas as receitas bruta e líquida parciais sem e com bonificação, em reais (R\$), conforme as seguintes fórmulas:

Receita bruta parcial = R\$ suíno final – R\$ suíno 85 kg;

Receita líquida parcial = Receita bruta – custo da alimentação.

Delineamento experimental e análises estatísticas

Utilizou-se o delineamento em blocos ao acaso, para controlar as diferenças de peso dos animais entre as baias, com quatro dietas e nove repetições, sendo a unidade experimental constituída pela média das receitas obtidas com os 13 animais de cada baia.

Os dados obtidos, após serem analisados quanto à distribuição dos erros (teste de Cramer Von-Mises a 5%, de acordo com EVERITT, 1998), foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o pacote PROC GLM do programa estatístico SAS (SAS 9.1, SAS Institute, Cary, NC, USA), sendo realizadas regressões lineares múltiplas até o terceiro grau.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 encontram-se os valores médios (R\$) do custo do kg da dieta, custo da alimentação, índice de bonificação, receitas bruta e líquida parciais sem e com

bonificação, obtidos por fêmea, em função das concentrações de ractopamina nas dietas. Na Figura 1 são apresentadas as equações de predição para custo da alimentação e receita líquida parcial, sem e com bonificação, de acordo com a inclusão de ractopamina nas dietas de fêmeas suínas.

Tabela 2. Custo do kg da dieta, custo da alimentação, índice de bonificação, receitas bruta e líquida parciais sem e com bonificação, obtidos por fêmea suína dos 85 aos 110 kg, em função das concentrações de ractopamina nas dietas.

Variáveis	Concentração de ractopamina, mg/kg				CV ⁵ , %	Regressão	P
	0	5	10	15			
Custo do kg da dieta, R\$	0,55	0,58	0,61	0,64	-	-	-
Custo da alimentação, R\$	38,60	39,55	41,67	41,51	9,18	Linear	<0,0001
Índice de bonificação	111,40	111,56	112,07	112,10	7,24	-	0,5980
RBPSB ¹ , R\$	54,09	53,42	53,24	53,62	20,33	-	0,7358
RBPCB ² , R\$	63,12	64,30	63,92	63,84	14,56	-	0,9787
RLPSB ³ , R\$	15,51	13,90	11,63	11,90	15,43	Linear	<0,0001
RLPCB ⁴ , R\$	23,99	24,95	23,30	22,37	13,11	Quadrática	<0,0001

¹ Receita bruta parcial sem bonificação; ² Receita bruta parcial com bonificação; ³ Receita líquida parcial sem bonificação; ⁴ Receita líquida parcial com bonificação; ⁵ Coeficientes de variação.

Não foram encontradas diferenças entre dietas ($P > 0,05$) para o índice de bonificação e as receitas brutas parciais, com ou sem bonificação. Entretanto, observou-se que os níveis crescentes de ractopamina nas dietas promoveram aumento linear ($P < 0,05$) nos custos da alimentação, e conseqüentemente, redução linear na receita líquida parcial sem bonificação. Para a receita líquida parcial com bonificação, verificou-se efeito quadrático ($P < 0,05$), encontrando-se a concentração estimada de 4,05 mg de ractopamina/kg de dieta, como a que determinou a melhor receita.

CANTARELLI et al. (2009) também observaram que, embora a adição de ractopamina nas dietas de suínos machos castrados tenha promovido aumento nos custos relacionados à alimentação, a receita líquida foi maior quando houve bonificação das carcaças.

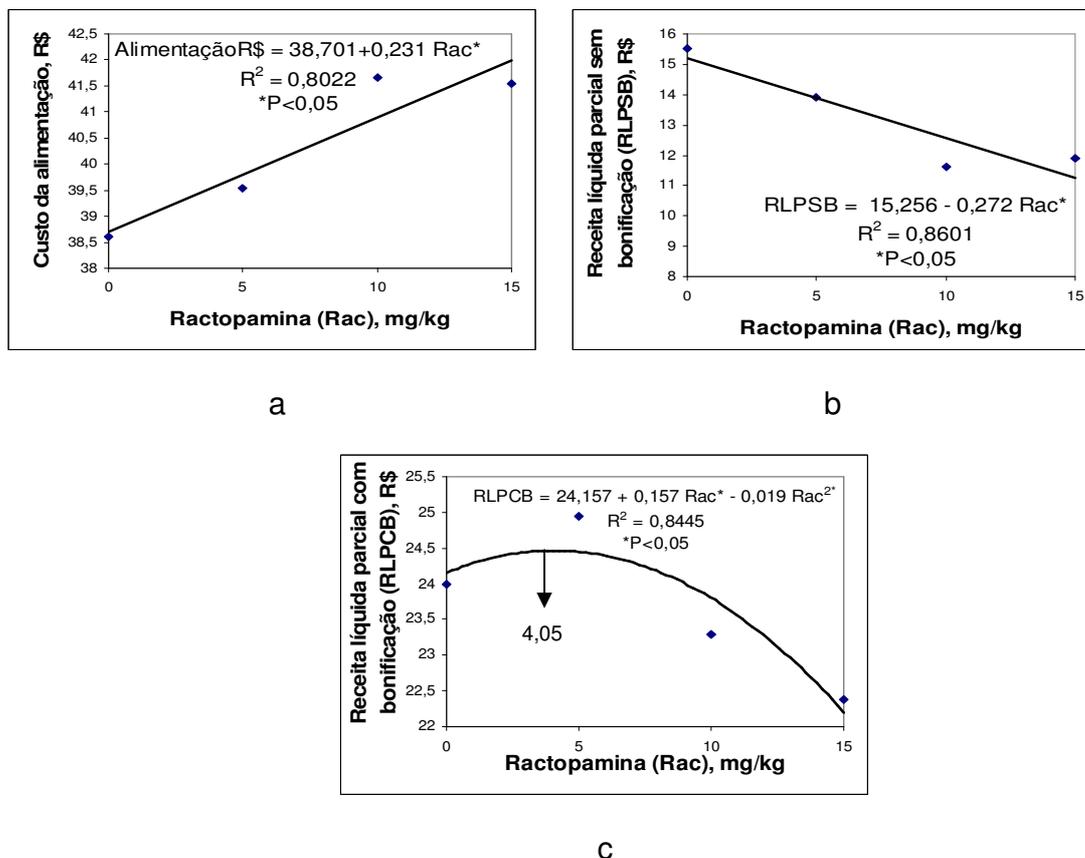


Figura 1. Custo da alimentação (a), receita líquida parcial sem bonificação (b) e receita líquida parcial com bonificação (c) em função das concentrações de ractopamina nas dietas de fêmeas suínas.

Diante do alto custo da ractopamina, a redução observada no consumo de ração quando houve uso deste agonista não foi suficiente para justificar sua utilização, considerando-se apenas a melhora encontrada na conversão alimentar. Nesse sentido, em estudo para avaliar a eficiência econômica do uso de 10 mg ractopamina/kg de dieta, BRIDI et al. (2008) observaram aumento no custo médio da dieta por quilograma de ganho de peso vivo, ocasionando também, redução na eficiência econômica, indicando que a utilização deste agonista β adrenérgico não pode ser justificada pelo melhor desempenho produtivo dos animais. REESE & BITNEY (2001) afirmaram anteriormente, que a viabilidade do uso da ractopamina em dietas para suínos não deve ser baseada apenas na melhor eficiência alimentar ou no aumento do ganho diário de

peso, demonstrando a necessidade de um consistente sistema de bonificação, que recompense economicamente a produção de carcaças mais magras.

SCHINCKEL et al. (2001) também observaram que a viabilidade econômica do uso da ractopamina em dietas para suínos está relacionada a diversos fatores, sendo o mais importante, o teor de carne magra em relação ao de gordura na carcaça. Embora os critérios utilizados na tipificação de carcaças possam variar, de modo geral são utilizadas mensurações quanto às profundidades de gordura e de lombo, variando quanto ao local e número de medidas tomadas, havendo ou não a inclusão do peso da carcaça como preditor (FÁVERO & GUIDONI, 2001). Dessa forma, as variações existentes na tipificação de carcaças podem delinear a concentração de ractopamina incluída nas dietas.

REESE & BITNEY (2001) ao avaliarem a adição de concentrações crescentes de ractopamina nas dietas sobre a receita obtida por suíno abatido, observaram que embora a adição de 9 mg deste agonista/kg de dieta tenha promovido maior redução na espessura de toucinho, a adição de 4,5 mg/kg se mostrou mais viável economicamente, quando a bonificação foi baseada em medidas sobre o lombo. No presente trabalho, com os parâmetros utilizados para bonificação das carcaças, observou-se a maior receita líquida parcial para o nível estimado de 4,05 mg de ractopamina/kg de dieta, demonstrando que, para validar a inclusão da ractopamina em dietas para suínos, é importante a combinação entre o menor consumo de ração, a menor elevação possível dos custos da alimentação, e principalmente os melhores índices de bonificação das carcaças em sistemas de tipificação.

CONCLUSÃO

Conclui-se que a adição de ractopamina em dietas para fêmeas suínas, abatidas aos 110 kg de peso, pode ser viável quando há bonificação por carcaças mais magras e nesta situação, recomenda-se o uso de 4 mg de ractopamina/kg de dieta.

REFERÊNCIAS

- ARMSTRONG, T. A.; IVERS, D. J.; WAGNER, J. R.; ANDERSON, D. B.; WELDON, W. C.; BERG, E. P. The effect of dietary ractopamine concentration and duration of feeding on growth performance, carcass characteristics, and meat quality of finishing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82, p. 3245-3253, 2004.
- BRIDI, A. M.; OLIVEIRA, A. R.; FONSECA, N. A.; COUTINHO, L. L.; HOSHI, E. H.; BOROSKY, J. C.; SILVA, C. A. Efeito da ractopamina e do gênero no desempenho e na carcaça de suínos de diferentes genótipos halotano. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, p. 713-722, 2008.
- CANTARELLI, V. S.; FIALHO, E. T.; ALMEIDA, E. C.; ZANGERONIMO, M. G.; AMARAL, N. O.; LIMA, J. A. F. Características da carcaça e viabilidade econômica do uso de cloridrato de ractopamina para suínos em terminação com alimentação à vontade ou restrita. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, p. 844-851, 2009.
- CROME, P. K.; McKEITH, F. K.; CARR, T. R.; JONES, D. J.; MOWREY, D. H.; CANNON, J. E. Effect of ractopamine on growth performance, carcass composition and cutting yields of pigs slaughtered at 107 and 125 kilograms. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 74, p. 709-716, 1996.
- EVERITT, B. S. **The Cambridge dictionary of statistics**. Cambridge: Cambridge University Press, 1998. 360 p.
- FÁVERO, J.; GUIDONI, A. L. Normatização e padronização da tipificação de carcaças de suínos no Brasil – aspectos positivos e restrições. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 2., 2001, Concórdia. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 2001. p. 73-79.
- FÁVERO, J. A.; GUIDONI, A. L.; BELLAVÉ, C. Predição do índice de valorização de carcaças suínas em função do peso e do percentual de carne. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 8., 1997, Concórdia. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1997. p. 405-406.

HAHN, J. D.; BAKER, D. H. Optimum ratio to lysine of threonine, tryptopham and sulfur amino acids for finishing swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, p. 482-489, 1995.

MARINHO, P. C.; FONTES, D. O.; SILVA, F. C. O.; SILVA, M. A.; PEREIRA, F. A.; AROUCA, C. L. C. Efeito dos níveis de lisina digestível e da ractopamina sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos machos castrados em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, p. 1791-1798, 2007.

REESE, D., BITNEY, L. L. **Economic value of ractopamine for finishing pigs**. Nebraska Swine Reports, 2001. Disponível em: <http://digitalcommons.unl.edu/coopext_swine/101>. Acesso em: 05/12/2008.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos** – Composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: Imprensa Universitária/UFV, 2005. 141 p.

SCHINCKEL, A. P.; RICHERT, B. T.; HERR, C. T.; EINSTEIN, M. E.; KENDALL, D. C. Efeitos da ractopamina sobre o crescimento, a composição da carcaça e a qualidade dos suínos. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 2., 2001, Concórdia. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 2001. p. 339-350.

SEE, M. T.; ARMSTRONG, T. A.; WELDON, W. C. Effect of a ractopamine feeding program on growth performance and carcass composition in finishing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82, p. 2474-2480, 2004.

WILLIAMS, N. H.; CLINE, T. R.; SCHINCKEL, A. P.; JONES, D. J. The impact of ractopamine, energy intake and dietary fat on finisher pig growth performance and carcass merit. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, p. 3152-3162, 1994.

XIAO, R. J.; XU, Z. R.; CHEN, H. L. Effects of ractopamine at different dietary protein levels on growth performance and carcass characteristics in finishing pigs. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 79, p. 119-127, 1999.

CAPÍTULO 6 – IMPLICAÇÕES

Diante de um mercado consumidor cada vez mais exigente em quantidade e qualidade da carne suína, inovações tecnológicas associadas à nutrição têm sido estudadas. Particularmente na fase de terminação, quando o acúmulo de gordura na carcaça é maior, resultados positivos quanto ao uso da ractopamina em dietas para suínos têm sido encontrados.

Embora atue de forma indireta sobre o desempenho dos animais, com a adição de ractopamina em dietas buscam-se benefícios na composição das carcaças, pelo aumento da quantidade de carne e redução na de gordura sem, no entanto, afetar negativamente as características qualitativas da carne. No presente trabalho, os resultados demonstraram que a inclusão das diferentes concentrações de ractopamina nas dietas não alterou as características físicas e sensoriais da carne suína, e dessa forma, não limitando o uso deste agonista até a concentração máxima estudada de 15 mg de ractopamina/kg de dieta.

A redução na produção de fezes+urina por animal com o uso de ractopamina na dieta, pode ser considerada positiva, em virtude da maior produção de dejetos pelos suínos na fase de terminação. Entretanto, observou-se a necessidade de mais estudos sobre a produção e características dos dejetos de suínos alimentados com dietas contendo este agonista β adrenérgico.

Quanto à viabilidade econômica do uso da ractopamina em dietas para suínos, notou-se que a implantação de sistemas de tipificação de carcaças pelos frigoríficos bonificando o produtor, é necessária para aumentar a remuneração e assim proporcionar maior rentabilidade aos suinocultores. Os resultados encontrados na literatura, assim como os apresentados no presente trabalho, indicaram a necessidade de novos critérios a serem utilizados na tipificação de carcaças.