

**NÍVEIS DE CLORIDRATO DE
RACTOPAMINA EM DIETAS PARA SUÍNOS
EM TERMINAÇÃO**

MATHEUS SOARES DA SILVA FERREIRA

2009

MATHEUS SOARES DA SILVA FERREIRA

**NÍVEIS DE CLORIDRATO DE RACTOPAMINA EM DIETAS PARA
SUÍNOS EM TERMINAÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias para obtenção do título de "Mestre".

Orientador

Prof. Dr. Raimundo Vicente de Sousa

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2009

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Ferreira, Matheus Soares da Silva.

Níveis de cloridrato de ractopamina em dietas para suínos em
terminação / Matheus Soares da Silva Ferreira. – Lavras : UFLA,
2009.

57 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2009.

Orientador: Raimundo Vicente de Sousa.

Bibliografia.

1. Suplementação. 2. Dieta. 3. Agonista β -Adrenérgico. 4. Carne
magra. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 636.4085

MATHEUS SOARES DA SILVA FERREIRA

**NÍVEIS DE CLORIDRATO DE RACTOPAMINA EM DIETAS PARA
SUÍNOS EM TERMINAÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias para a obtenção do título de "Mestre".

APROVADA em 16 de dezembro de 2009.

Prof. Dr. Márcio Gilberto Zangerônimo UFLA

Prof. Dr. Vinicius de Souza Cantarelli UFLA

Prof. Dr. Luis David Solis Murgas UFLA

Prof. Dr. Raimundo Vicente de Sousa
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

*Em memória de Alcione Turchetti Soares da Silva, mãe
e amiga, presente em todos os momentos nos meus
pensamentos.*

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, José Antônio Ferreira e Alcione Turchetti Soares da Silva, por terem dado a oportunidade de viver, por terem educado e ensinado a mim os valores da vida e, principalmente, transmitido o respeito pelas pessoas e pelo trabalho.

À minha madrasta, Thelma Antun Ferreira, por me ter dado suporte no momento em que mais precisei na vida, quando minha mãe biológica faleceu, e assim se tornou minha segunda mãe. Ao meu irmão, Lucas Soares da Silva Ferreira, pelo apoio incondicional.

À linda família que formei junto à minha amada companheira Mayesse Aparecida da Silva e à minha filha Larissa da Silva Ferreira, meu amor eterno.

À Universidade Federal de Lavras e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, pela oportunidade de realização do mestrado.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Prof. Dr. Raimundo Vicente de Sousa pela orientação e pelo tempo dispensado em minha formação técnico-científica, acadêmica e profissional. E acima de tudo, agradeço pela amizade.

Aos demais membros da banca avaliadora, por aceitarem o convite para a participação da banca e pela contribuição à melhoria deste trabalho.

Aos professores do Departamento de Medicina Veterinária da UFLA que contribuíram para minha formação acadêmica, especialmente o Prof. Dr. Luis David Solis Murgas por ter acreditado sempre no meu esforço e trabalho.

À minha grande amiga e companheira de bancada em todos os trabalhos do mestrado Vivian de Oliveira Silva, meus sinceros agradecimentos.

Ao amigo Nikolas de Oliveira Amaral do Núcleo de Estudos em Suinocultura da UFLA (NESUI), pela inestimável contribuição a este trabalho,

além de Fernando, Léo, Luis Gustavo, Thiago, Hebert e toda a equipe que me auxiliou durante a execução do experimento na granja.

Agradeço a todos que me acompanharam neste período, pois sem vocês a realização deste trabalho não seria possível.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT	ii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Agonistas β -adrenérgicos (ABA's)	3
2.2 Características farmacológicas.....	4
2.3 Mecanismo de ação dos agonistas β -adrenérgicos e seus efeitos biológicos... 5	
2.3.1 Efeito da administração de ractopamina nas células musculares esqueléticas de suínos	7
2.3.2 Efeito da administração de ractopamina no tecido adiposo de suínos	8
2.3.3 Efeito da ractopamina no desempenho e características de carcaça de suínos em fase de terminação.....	10
2.4 Níveis de utilização da ractopamina na dieta de suínos em terminação	11
3 MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1 Local do experimento	13
3.2 Animais e tratamentos	13
3.3 Procedimento experimental	16
3.4 Análise estatística	17
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
4.1 Desempenho	19
4.2 Carcaça	25
4.2.1 Características de carcaça	25
4.2.2 Rendimento de cortes.....	33
4.2.3 Qualidade de barriga.....	34
4.2.4 Índice de bonificação	35

5 CONCLUSÕES	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
ANEXOS	50

RESUMO

FERREIRA, Matheus Soares da Silva. **Níveis de cloridrato de ractopamina em dietas para suínos em terminação**. 2009. 57 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.*

Foi conduzido, no Centro Experimental de suínos (CES) do Departamento de Zootecnia da UFLA, o experimento que foi objeto deste estudo. Objetivou-se avaliar a suplementação da dieta com cloridrato de ractopamina (RAC), um agonista β -adrenérgico, em diferentes níveis (0, 5, 10, 15 e 20 ppm) para suínos em fase de terminação. Foram utilizados 50 animais, 25 machos castrados e 25 fêmeas, selecionados geneticamente para alta deposição de carne magra na carcaça, da genética Topigs[®]. O peso inicial dos animais foi de $74,08 \pm 1,42$ kg e o experimento teve duração de 28 dias. Foi adotado o delineamento em blocos casualizados, totalizando cinco tratamentos com cinco repetições. A parcela experimental constou de dois animais (macho e fêmea). Ao final do período experimental os animais foram abatidos e as hemicarcaças esquerdas dos machos foram resfriadas para as análises de características de carcaça. Os animais que receberam dieta suplementada com RAC apresentaram aumento significativo no ganho de peso final, ganho de peso médio diário ($P < 0,05$) e diminuição da conversão alimentar ($P < 0,05$). Quanto às características de carcaça, a RAC promoveu maior área de olho de lombo ($P < 0,05$), menor espessura de toucinho ($P < 0,05$), maior profundidade de lombo ($P < 0,05$) e maior rendimento de carne da carcaça ($P < 0,05$). Além disso, foi avaliada uma variável econômica, o índice de bonificação, que obteve aumento médio de 6,09% ($P < 0,05$) em relação ao tratamento sem RAC. O modelo de regressão descontínua LRP (*Linear Response Plateau*) ou *broken model* estimou o ponto ótimo de suplementação da RAC para todas as variáveis. A estimativa do modelo LRP, entre todas as variáveis que apresentaram diferença estatística significativa, variou de 4,09 a 5,14 ppm RAC. Assim, conclui-se que a suplementação de RAC na dieta de suínos em terminação permite a obtenção de benefícios no desempenho e no ganho de tecido muscular dos animais, e que níveis de suplementação superiores à 5 ppm RAC não apresenta benefícios adicionais.

Palavras-chave: Suplementação. Dieta. Agonista β -adrenérgico. Carne magra.

Comitê Orientador: Prof. Dr. Raimundo Vicente de Sousa – UFLA
(Orientador), Prof. Dr. Vinícius de Souza Cantarelli - UFLA

ABSTRACT

FERREIRA, Matheus Soares da Silva. **Ractopamine hydrochloride levels in diets for finishing pigs**. 2009. 57 p. Dissertation (Master in Veterinary Sciences) – Federal University of Lavras, Lavras.*

Was conducted in the Swine Experimental Center of Animal Science Department at UFLA, the experiment that was the subject of this study. The Aim was to evaluate the dietary supplementation with ractopamine hydrochloride (RAC), a β -adrenergic agonist, in different levels (0, 5, 10, 15 e 20 ppm) for finishing pigs. 50 animals were used, 25 barrows and 25 gilts, genetically selected for high lean carcass, from Topigs[®] genetic lines. The initial weight of the animals was $74,08 \text{ kg} \pm 1,42$ and the experiment lasted 28 days. The animals were allocated into randomized blocks, resulting in five treatments with five replicates. The experimental plot consisted of two animals (male and female). At the end of the experimental period the animals were slaughtered and the left carcass of the barrows chilled for evaluation of carcass characteristics. Pigs fed diet supplemented with RAC showed a significant increase in final weight gain and average daily gain ($P < 0,05$), and a decrease in the feed/gain ratio ($P < 0,05$). For carcass characteristics, RAC promoted greater loin eye area ($P < 0,05$), smaller backfat thickness ($P < 0,05$), greater loin depth ($P < 0,05$) and greater meat yield of carcass ($P < 0,05$). Besides, was evaluated a economic variable, the index of allowance, that presented an average increase of 6.09% ($P < 0.05$) compared to the treatment without RAC. The regression model LRP (Linear Response Plateau) or broken model estimated the supplementation of the RAC optimum level for all variables. The estimate of the LRP model, among all the variables that were statistically significant, ranged from 4.09 to 5.14 ppm RAC. It was concluded that supplementation of RAC in the diet of finishing pigs allows obtainment benefits in growth and increase of lean tissue in the carcass of the animals, and that supplementation levels higher than 5 ppm RAC does not provide additional benefits.

Key words: Supplementation. Diet. β -adrenergic agonist. Lean tissue.

Guidance Committe: Prof. Dr. Raimundo Vicente de Sousa – UFLA (Major Professor), Prof. Dr. Vinícius de Souza Cantarelli - UFLA

1 INTRODUÇÃO

Os produtores de suínos estão em constante desafio a fim de diminuir os custos de produção da carne suína. Para maximização dos benefícios econômicos, o foco primário dos produtores de carne suína é aumentar a eficiência na produção, objetivando carcaças com maior peso, maior porcentagem de carne magra e menor deposição de gordura, fatores que valorizam as carcaças quando entregues às indústrias que possuem uma política de valorização em função da qualidade.

Vale ser destacado que a carne suína é a fonte de proteína animal das mais consumida no mundo (Almeida, 2008), tendo atingido a produção de 100,32 milhões de toneladas em 2008 (United States Department of Agriculture - USDA, 2009). Os países europeus apresentam média de consumo per capita anual da carne suína de 43 kg/habitante (Mourot & Lebret, 2009), atingindo mais 60 kg/habitante em países como Dinamarca, Áustria e Espanha (Ngapo et al., 2007). Por outro lado, a maioria da população brasileira não tem por hábito consumir grandes quantidades de carne suína. O consumo per capita da carne suína no Brasil em 2008 foi de apenas 13,44 kg/habitante (Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína - ABIPECS 2009), bem abaixo do observado nos países europeus.

A estimativa do crescimento da produção de carne suína no Brasil, que foi de 3,03 milhões de toneladas em 2008, para os próximos anos será da ordem de 2,84% ao ano, objetivando-se a meta de abastecer 21% do comércio mundial para este tipo de carne em 2018 (Brasil, 2009b).

Em um contexto global de aumento populacional e conseqüente aumento da demanda por alimentos, além da escassez de grandes áreas para criação de

animais e da atual necessidade em preservar os recursos ambientais, substâncias que aumentam a eficiência da produção dos animais podem ser uma excelente alternativa para o mundo moderno. Os países exportadores poderiam produzir uma quantidade de carne que atenda a demanda, poupando matéria prima como milho e soja e preservando o meio ambiente.

A classe farmacêutica dos agonistas β -adrenérgicos (ABA) tem sido muito utilizada como modificadores de carcaças em algumas espécies de animais de produção em vários países do mundo. Dentre estas substâncias destaca-se a ractopamina (RAC), um ABA sintético com comprovada eficiência na produção de suínos proporcionando menor deposição de tecido adiposo na carcaça e maior porcentagem de carne magra.

Diversos protocolos de suplementação de dietas contendo RAC foram testados, porém, devido a diferenças genéticas, ambientais e de manejo, um nível adequado de suplementação ainda não está estabelecido.

Assim, este trabalho tem por objetivo avaliar o desempenho produtivo e as características de carcaça de animais geneticamente selecionados para alto percentual de produção de carne magra, utilizando ractopamina como suplemento alimentar sugerindo para os produtores um protocolo de suplementação de forma a aperfeiçoar a utilização.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Agonistas β -adrenérgicos (ABA's)

Os ABA's são análogos estruturais sintéticos dos hormônios conhecidos coletivamente como catecolaminas (adrenalina e noradrenalina), portanto apresentam efeitos farmacológicos semelhantes a estas substâncias endógenas (Salem et al., 2006).

Os produtores e pesquisadores utilizam ABA's na suplementação alimentar de suínos para manipulação do crescimento e da composição de carcaça, particularmente com intuito de reduzir a quantidade de tecido adiposo (Adeola et al., 1990). Como exemplos de ABA's podem ser citados a ractopamina, o salbutamol e o clenbuterol (Figura 1) (Dunshea, 1993), sendo especialmente a ractopamina o mais estudado como agente de repartição (Palermo Neto, 2002), tendo sido aprovada para uso em suínos em terminação pelo *Food and Drug Administration* (FDA) dos Estados Unidos da América desde 1999 (Salem et al., 2006) e autorizado para uso no Brasil como aditivo zootécnico modificador de carcaça (Brasil, 2009a).

Estas substâncias, também conhecidas por agentes de partição, fazem parte do grande grupo farmacológico das fenetanolaminas, e apresentam efeitos endócrinos e metabólicos após a ligação ao receptor β -adrenérgico, principalmente no metabolismo proteico, lipídico e dos carboidratos, redirecionando os nutrientes da dieta, por vias metabólicas específicas, da síntese lipídica para deposição de tecido magro na carcaça (Watkins et al., 1990; Dunshea et al., 1993; Gunawan et al., 2007).

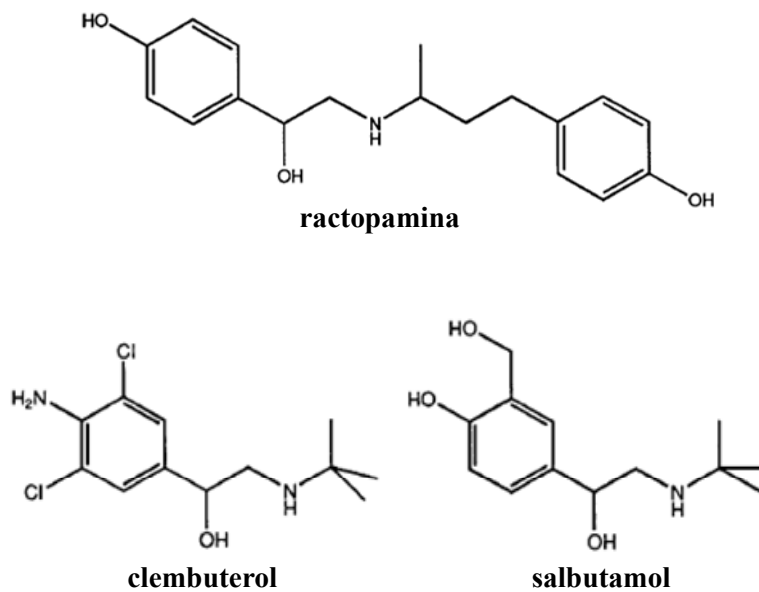


FIGURA 1 Estrutura química dos principais agonistas β -adrenérgicos utilizados como agentes repartidores de nutrientes na alimentação animal (Adaptado de Smith, 1998).

2.2 Características farmacológicas

De uma forma geral os ABA's são bem absorvidos no intestino delgado de suínos devido à alcalinidade do meio, a qual reduz a ionização destas substâncias (Palermo Neto, 2002). De acordo com Smith (1998), os ABA's atingem pico plasmático dentro de uma a três horas após administração oral.

Após ser absorvida, a ractopamina é biotransformada no fígado suíno por conjugação com o ácido glicurônico (Smith, 1998) formando, segundo

descrito por Cantarelli (2007), três metabólitos chamados de monoglicuronídeos de ractopamina.

De acordo com Smith (1998), a eliminação biliar dos metabólitos da ractopamina parece ser espécie específica, este mesmo autor administrou cloridrato de ractopamina-¹⁴C em suínos e observou que 88% da dose oral foi eliminada pela urina.

2.3 Mecanismo de ação dos agonistas β -adrenérgicos e seus efeitos biológicos

Os receptores β -adrenérgicos são receptores de superfície celular acoplados à proteína G_s , que são ativados através da ligação de seus agonistas. Existem três subtipos de receptores β -adrenérgicos (β_1 , β_2 e β_3) (Main et al., 2009) espalhados pela maioria das células dos mamíferos, variando a distribuição dos subtipos e suas proporções de acordo com a espécie (Mersmann, 1998). Os agonistas fisiológicos destes receptores são a noradrenalina e a adrenalina (Mersmann et al., 1997; Mersmann, 1998). Nos suínos ocorre a ligação dos ABA's aos receptores dos subtipos β_1 e β_2 (Sillence, 2004), porém parecem apresentar seus efeitos mais consistentemente quando ligados aos receptores β_2 , já que Mills et al. (2003a) utilizando células cultivadas *in vitro*, observaram que o aumento da formação do segundo mensageiro cAMP é mais eficiente quando da ligação do ABA ao receptor β_2 em relação ao receptor β_1 .

Após a ligação do agonista ao receptor β -adrenérgico, a subunidade α da proteína G_s estimula a ação catalítica da enzima adenilato ciclase gerando aumento consequente da concentração do monofosfato de adenosina cíclico (cAMP), um dos mais potentes sinalizadores moleculares intracelular (Mersmann et al., 1997; Mersmann, 1998; Moody et al., 2000). O cAMP liga-se à subunidade regulatória da proteína kinase A (PKA) que libera a subunidade catalítica da proteína e então fosforila diversas enzimas intracelulares ativando

algumas, como a lipase hormônio sensível (LHS), e inativando outras, como a acetil-CoA carboxilase (ACC) (Mersmann et al., 1997; Mersmann, 1998).

O mecanismo de ação envolvido na ativação dos receptores β -adrenérgicos está apresentado na Figura 2.

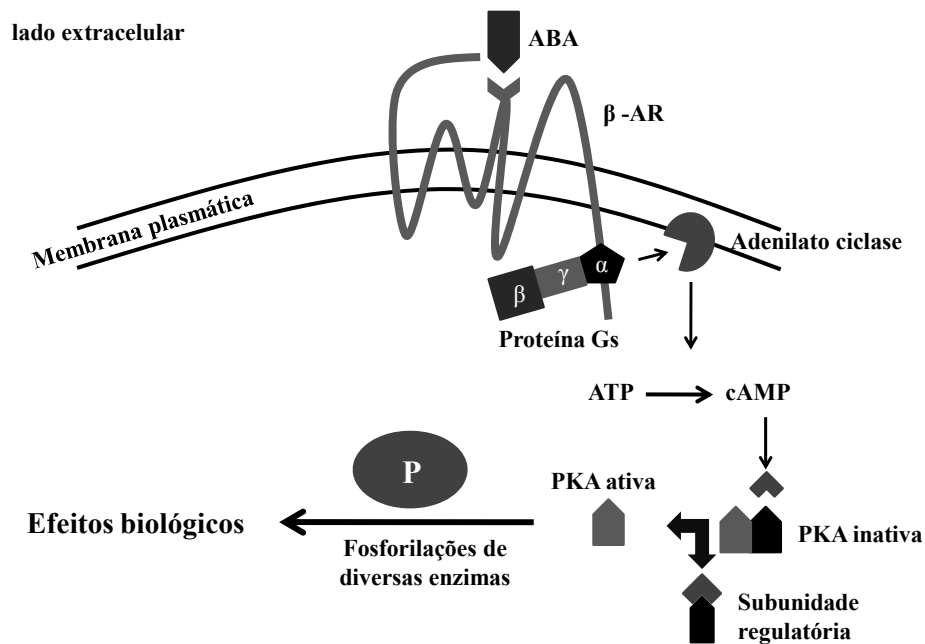


FIGURA 2 Mecanismo geral de ação dos agonistas β -adrenérgicos, onde: ABA: agonista β -adrenérgico; β -AR: receptor β -adrenérgico; ATP: trifosfato de adenosina; cAMP: monofosfato cíclico de adenosina; PKA: proteína kinase A (Adaptado de Moody et al., 2000).

As consequências metabólicas promovidas pelas fosforilações induzidas pela ativação da PKA citadas por Moody et al. (2000) são respostas celulares que estimulam a lipólise e inibem a lipogênese. Além dos efeitos no tecido adiposo, Adeola et al. (1992) ressaltam que os agonistas β -adrenérgicos aumentam a massa muscular em diversas espécies.

Os principais substratos sujeitos à atuação (fosforilação) da PKA são a LHS (ativando-a), ACC (inativando-a), o transportador de glicose (GLUT-4), fosforilase kinase e glicogênio sintetase (GS) (Lafontan & Berlan, 1993). Outros efeitos da estimulação dos receptores β -adrenérgicos incluem relaxamento da musculatura lisa traqueobronquiolar e aumento da frequência e da força de contração cardíacas (Moody et al., 2000).

2.3.1 Efeito da ractopamina nas células musculares esqueléticas de suínos

McNell & Mersmann (1995) realizaram um estudo com intuito de determinar a distribuição e quantificação dos subtipos de receptores β -adrenérgicos nos diferentes tecidos dos suínos e verificaram a presença dos três subtipos dos receptores em questão analisando o músculo longissimus através da técnica de reação em cadeia da polimerase em tempo real (RT-PCR). Os mesmos autores relatam ainda terem obtido mesma concentração dos transcritos para os receptores β_1 e β_2 e metade da concentração para o receptor β_3 .

Diversos autores apresentaram trabalhos nos quais a ractopamina foi avaliada na suplementação alimentar de suínos em terminação e propiciou incremento na porcentagem de carne magra da carcaça (Bark et al., 1992; Dunshea et al., 1993; Uttaro et al. 1993; Marchant-Ford et al., 2003; See et al. 2004, Mimbs, 2005; Cantarelli, 2007; Pereira et al., 2008; Mitchell, 2009), bem como Ricke et al. (1999) observaram em ratos.

Watkins et al. (1990) revisando diversos trabalhos, citam que a ractopamina induz ao aumento da concentração do mRNA da actina e da miosina, levando ao aumento da síntese proteica muscular. Adeola et al. (1992), os quais estudaram o fluxo da fenilalanina para quantificar a síntese proteica nos músculos bíceps femoral e *longissimus*, verificaram aumento da síntese das proteínas miofibrilares, fato este que Grant et al. (1993) comprovaram em seu experimento através da observação do aumento da expressão gênica destas proteínas.

Em um estudo em que suínos receberam uma dieta suplementada com 20 ppm de ractopamina por 4 (quatro) semanas, Gunawan et al. (2007) utilizando RT-PCR nos músculos *longissimus e semitendinosus*, observaram aumento da síntese da cadeia pesada da miosina tipo IIB após 12 horas da ingestão da ractopamina e perdurando por quatro semanas. Estes mesmos autores verificaram ainda que a concentração de transcritos de mRNA para a proteína GS aumentou significativamente em relação ao tratamento controle após 12 horas, voltando ao nível normal após duas semanas, e diminuindo significativamente em relação ao tratamento controle após 4 (quatro) semanas.

Os efeitos anabólicos induzidos pela ação da insulina são estimulados pela ligação do ABA ao seu receptor nas células musculares promovendo aumento da síntese proteica (Moody et al., 2000).

2.3.2 Efeito da ractopamina no tecido adiposo de suínos.

McNeill & Mersmann (1995) encontraram os três subtipos de receptores β -adrenérgicos no tecido adiposo branco de suínos. Os mesmos autores quantificaram a produção de mRNA para os três subtipos de receptores β -adrenérgicos e verificaram a presença de apenas 7% do total referente à

receptores do subtipo β_3 , sendo que a proporção para subtipos β_1 : β_2 : β_3 de transcritos totais foi 73:20:7.

Para efeito de comparação, McNell & Mersmann (1995) encontraram uma concentração 32% superior de receptores β_3 em relação a β_1 em tecido adiposo de ratos, diferente do que foi observado em suínos. Esta distribuição de receptores β_3 poderia explicar o fato observado por Liu et al. (1989) de que efeitos da ractopamina sobre os adipócitos de roedores sejam mais acentuados do que nos suínos, corroborando com Hollenga & Zaagsma (1989) que afirmam que os receptores β_3 são predominantes em roedores e mediam a maioria dos efeitos lipolíticos na espécie.

De acordo com Mills et al. (2003b), pesquisas prévias sugerem que a ractopamina provavelmente tenha maior afinidade pelos receptores do subtipo β_2 , o qual não estaria ligado à resposta lipolítica. Entretanto, os mesmos autores observaram que o referido receptor atua na via metabólica lipolítica de suínos, e que a ractopamina pode ativá-lo. Porém, por estar presente em maior quantidade, é possível que o receptor do subtipo β_1 seja o alvo preferencial dos ABA's.

Os efeitos lipolítico e antilipogênico da ractopamina foram comprovados em células cultivadas *in vitro*, sob circunstâncias específicas de preparação, em experimentos conduzidos por diversos pesquisadores (Liu et al., 1989; Spurlock et al., 1993).

Liu et al. (1989) sugerem que os receptores β -adrenérgicos promovem maior efetividade em induzir a lipólise através da estimulação da atividade da enzima LHS, já segundo outros autores o efeito predominante da ractopamina sobre o tecido adiposo é a inibição da lipogênese devido à inibição da enzima ACC (Mills et al., 1990; Rutz & Xavier, 1998). Vários autores relataram a redução da deposição de tecido adiposo na carcaça de suínos alimentados com ractopamina (Uttaro et al., 1993; See et al., 2004; Mimbs et al., 2005).

Os resultados da pesquisa realizada por Page et al. (2004) sugerem que a inclusão da ractopamina na dieta de camundongos induz ao aumento da apoptose de adipócitos. O aumento da ocorrência de apoptose em adipócitos pode, segundo Weber et al. (2006), explicar em parte a diminuição da quantidade de tecido adiposo nas carcaças de suínos alimentados com ractopamina.

O metabolismo lipídico é principalmente regulado pela insulina e pelas catecolaminas, sendo a insulina substância anabolizante para o tecido adiposo (Mersmann et al., 1997; Cantarelli, 2007). Assim, a diminuição do teor lipídico da carcaça dos suínos suplementados com ractopamina também é explicada pela inibição dos efeitos da insulina nos adipócitos, através da ligação dos ABA's ao seu receptor (Rutz & Xavier, 1998; Moody et al., 2000; Haese & Bunzen, 2005).

2.3.3 Efeito da ractopamina no desempenho e características de carcaça de suínos em fase de terminação

Suínos em fase de terminação alimentados com ractopamina apresentam aumento do ganho de peso (Dunshea et al., 1998) e menor conversão alimentar (Zagury, 2002; Marinho et al., 2007), além de propiciarem a diminuição da ingestão diária de ração (Armstrong et al., 2004; Mimbs et al., 2005).

Vários estudos demonstraram correlação linear positiva entre peso do tecido magro e peso vivo (Gu et al., 1991). Porém em contrapartida existe correlação linear negativa entre peso vivo e porcentagem de tecido magro (Hansson et al., 1975). Gu et al. (1991) utilizaram ractopamina em suínos em diferentes estágios da produção e observaram resultados semelhantes aos de Hansson et al. (1975), porém a magnitude dos efeitos apresentados foram maiores devido ao uso da ractopamina. Weber et al. (2006) avaliando o efeito da ractopamina em fêmeas observaram aumento do acréscimo de proteínas no músculo *longissimus*.

Suínos com maior potencial genético para ganho de tecido magro na carcaça apresentam maior resposta à adição de ractopamina na dieta, como observaram Bark et al. (1992). Estes autores realizaram um estudo experimental avaliando a influência da capacidade genética para acréscimo de tecido magro em animais com alto (AP) e baixo (BP) potencial genético para esta característica e alimentados com ractopamina. Os resultados mostraram um aumento médio de 10 kg a mais de musculatura na carcaça dos animais AP alimentados com ractopamina, o que representou um aumento estimado de 18,9% em relação aos animais BP alimentados com ractopamina (Bark et al., 1992).

Esta resposta acentuada nos animais com alto potencial genético para deposição de carne magra na carcaça pode estar relacionada com o maior número de células musculares nestes animais, o que teoricamente levaria a maior exposição de células e seus receptores à ractopamina (Stahly & Bark, 1991).

2.4 Níveis de utilização de ractopamina na dieta de suínos em terminação

Diversos autores relatam o uso de níveis de inclusão de ractopamina na dieta que variam de 5 a 20 ppm, sendo que a porcentagem de carne magra na carcaça aumentou linearmente conforme aumento do nível de ractopamina utilizado (Watkins et al., 1990; Elanco Animal Health, 1999).

Amaral (2008) avaliou 5 e 10 ppm RAC e observou que 5 ppm foi suficiente para melhoria das variáveis de desempenho e composição de carcaça, porém a suplementação com 10 ppm pode ser interessante pois resultou em maior quantidade de carne na carcaça. Main et al. (2009) forneceram ractopamina para suínos em terminação em duas doses (5 e 10 ppm) e observaram aumento significativo do rendimento de carcaça nos animais que receberam 10 ppm de ractopamina.

Em um ensaio utilizando suplementação com ractopamina em um protocolo com dose constante (11,7 ppm), doses crescentes a cada duas semanas (5, 10 e 20 ppm) e doses decrescentes a cada duas semanas (20, 10 e 5 ppm) em suínos em terminação, See et al. (2004) observaram aumento da área de lombo e do rendimento de carcaça para todos os tratamentos em relação ao controle (0 ppm), além de aumento no peso do pernil, lombo e da paleta desossados, sendo que para paleta e pernil desossados o protocolo de doses decrescentes não diferiu do grupo controle.

Cantarelli et al. (2009) concluiu que a suplementação de 5 ppm RAC na dieta melhora as características de carcaça e viabiliza economicamente a produção.

Herr et al. (2001) utilizando animais geneticamente selecionados para altos níveis de acréscimo de carne magra na carcaça e suplementação de 5 ppm de ractopamina na dieta, verificaram respostas superiores nos animais geneticamente selecionados em relação aqueles com menor potencial de ganho. Já outros trabalhos com animais geneticamente selecionados mostram que a utilização de 5 ppm de ractopamina na dieta é efetiva em produzir melhor desempenho dos animais, porém doses de 10 a 20 ppm favorecem maior deposição de carne magra na carcaça e aumento da eficiência alimentar (Schinkel et al., 2001, 2002).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do experimento

O experimento foi conduzido no Centro Experimental de Suínos do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, na cidade de Lavras, Minas Gerais, em parceria com a indústria farmacêutica veterinária Ouro-Fino Saúde Animal[®].

3.2 Animais e tratamentos

Foram utilizados 50 suínos em fase de terminação, da genética TopPigs[®], linhagem Top Pi[®], selecionados para maior deposição de tecido magro na carcaça, sendo 25 machos castrados e 25 fêmeas com peso médio de 74,08 kg \pm 1,42. Os animais foram alojados no galpão de terminação da granja em que baias continham comedouro semi-automático e bebedouro do tipo chupeta e dimensões de 1 m de largura x 3 m de comprimento. Cada baia alojou dois animais, sendo um macho e uma fêmea, os quais tinham acesso *ad libitum* à água e ração.

Foi adotado o delineamento experimental em blocos casualizados. A parcela experimental constou de dois animais (um macho e uma fêmea) e a ractopamina foi suplementada na ração durante 28 dias em cinco níveis: 0 ppm, 5 ppm, 10 ppm, 15 ppm e 20 ppm, perfazendo um total de cinco tratamentos e cinco repetições (Tabela 1).

TABELA 1 Tratamentos experimentais.

Tratamento	Nível de suplementação de ractopamina (ppm)	nº de animais		Total
		machos	fêmeas	
1	0	5	5	10
2	5	5	5	10
3	10	5	5	10
4	15	5	5	10
5	20	5	5	10
Total		25	25	50

As dietas foram isoenergéticas, isoproteicas e isolisínicas, formuladas à base de milho e farelo de soja e suplementadas com premix vitamínico, mineral e aminoácidos, conforme recomendações mínimas propostas para genética utilizada. Para atender as recomendações sugeridas por Mitchell et al. (1990) e Xiao et al. (1999) em dietas suplementadas com ractopamina, as rações experimentais foram formuladas para conterem 16% de PB com acréscimo de 30% no nível de lisina total (Tabela 2).

TABELA 2 Composição da ração utilizada durante o período experimental.

Ingrediente (%)	Níveis de ractopamina				
	0 ppm	5 ppm	10 ppm	15 ppm	20 ppm
Milho	74,12	74,12	74,12	74,12	74,12
Far. Soja	21,80	21,80	21,80	21,80	21,80
Óleo Soja	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Fosfato bicálcico	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
Calcáreo	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
Sal	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Premix vitamínico-mineral	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
L-lisina HCl	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
DL-Metionina ¹	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
L-Treonina ²	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Antibiótico ³	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Ractosuín ^{®4}	0,00	0,025	0,05	0,075	0,10
Composição calculada					
Energia metabolizável (kcal/kg)	3228	3228	3228	3228	3228
Proteína bruta (%)	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00
Fósforo disponível (%)	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Cálcio (%)	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Lisina total (%)	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
Lisina dig (%)	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
Metionina (%)	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Treonina (%)	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69

¹ Composição, por kg de produto: cálcio, 98.800 mg; cobalto, 185 mg; cobre, 15,750 mg; ferro, 26.250 mg; iodo, 1.470 mg; manganês, 41.850 mg; zinco, 77.999 mg.

² Composição, por kg de produto: ácido fólico, 116,55 mg; ácido pantotênico, 2.333,5 mg; biotina, 5,28 mg; niacina, 5.600 mg; piridoxina, 175 mg; riboflavina, 933,3 mg; tiamina, 175 mg; Vit. A, 1.225.000 U.I.; Vit. D₃, 315.000 U.I.; Vit. E, 1.400 mg; Vit. K₃, 700 mg; Vit. B₁₂, 6.825 mg; selênio, 105 mg; antioxidante: 1.500 mg.

³ Antibiótico à base de tilosina granulada.

⁴ Cloridrato de ractopamina, Ouro-Fino Saúde Animal.

3.3 Procedimento experimental

Como variáveis de desempenho foram avaliados o peso final (PF) durante o período experimental, o ganho de peso médio diário (GPMD), o consumo médio de ração diário (CMD) e a conversão alimentar (CA).

No vigésimo oitavo dia de experimento os animais foram abatidos, com um peso médio final de $108,07 \pm 1,42$ kg, após terem sido submetidos ao jejum alimentar de 12 horas. Seguido ao abate as carcaça foram evisceradas e resfriadas à temperatura média de 7°C por 24 horas. Após esse período, as carcaças foram serradas longitudinalmente na linha média dorsal para mensuração dos parâmetros de carcaça, os quais foram realizados nas hemicarcaças esquerdas, de acordo com o Método Brasileiro de Classificação de Carcaça (Associação Brasileira de Criadores de Suínos - ABCS, 1973). Os dados referentes às características de carcaça foram obtidos apenas dos 25 animais machos castrados.

As variáveis de carcaça analisadas foram rendimento de carcaça, área de olho de lombo, profundidade de lombo, espessura de toucinho e rendimento estimado de carne da carcaça, sendo este último através de análise de predição de acordo com modelo apresentado por Guidoni (2000):

$$\mathbf{RCCR = 65,92 - (0,685 \times ET) + (0,094 \times PL) - (0,026 \times PCQ)},$$

sendo:

RCCR: rendimento de carne na carcaça resfriada (%); **ET**: espessura de toucinho; **PL**: profundidade de lombo; **PCQ**: peso da carcaça quente.

Quanto à qualidade da barriga/bacon foram analisados rendimento de barriga, espessura de toucinho de barriga e a flexibilidade da barriga (Rentfrow et al., 2003). O rendimento de cortes nobres foi avaliado através da aferição do rendimento do pernil, rendimento do filezinho e rendimento de carne de carré.

Foi analisada uma variável econômica descrita por Fávero (1997) que é o Índice de Bonificação, o qual se trata de uma bonificação financeira oferecida por alguns frigoríficos aos produtores, de acordo com a produção de carcaças com maior percentual de carne magra. O cálculo do IB está exposto a seguir:

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

sendo:

PCQ: peso da carcaça quente (kg); **%CM**: porcentagem de carne magra.

3.4 Análise estatística

Os dados foram submetidos a Análise de Variância e foi adotado o modelo de regressão descontínua LRP (*linear response plateau ou broken model*) para estimação dos níveis ótimos de suplementação da ractopamina para os animais deste experimento, o qual permite resultados mais coerentes em comparação com outros modelos não lineares, os quais podem superestimar os valores encontrados (Portz et al., 2000).

Segundo Robbins (1986) o modelo estatístico de regressão segmentada, adotado neste trabalho, consiste em uma reta inclinada ascendente ou descendente seguida por uma reta horizontal, sendo os pontos de interseção das retas o ponto de quebra, daí o nome do modelo em inglês *broken model*.

De acordo com os trabalhos de Robbins (1986) e Portz et al. (2000), o modelo estatístico de regressão utilizado foi:

$$\mathbf{Y_i = L + U(R - X_{LRi}) + e_i, i = 1, 2, \dots, n_1; n_1 + 1, \dots, n;}$$

Sendo n_1 o número de observações até o ponto de quebra, e n o número de pares de observações. Assim $(R - X_{LRi}) = 0$ para $i \geq n_1 + 1$. Segundo mesmos autores,

L representa o ponto no eixo das ordenadas e R o ponto no eixo das abcissas nos quais a intersecção é chamada de ponto de quebra ou *broken point*. O parâmetro U é o coeficiente de inclinação de uma reta, se $X > R$ e e_i é o resíduo (Portz et al., 2000).

As variáveis que apresentaram diferença entre tratamentos foram submetidas ao teste *Student-Newman-Keuls* (SNK).

As análises estatísticas foram realizadas através do software SAEG versão 9.1 (Fundação Arthur Bernardes, 2007).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Desempenho

As variáveis de desempenho dos animais alimentados com ractopamina apresentaram comportamento semelhante, exceto o consumo médio diário de ração (CRMD), o qual não diferiu entre os tratamentos ($P > 0,05$). O teste F foi significativo para as variáveis peso final (PF) ($P < 0,05$), ganho de peso médio diário (GPMD) ($P < 0,05$), e a conversão alimentar (CA) ($P < 0,01$). Nestas variáveis o tratamento sem ractopamina foi diferente dos demais através do teste SNK ($P < 0,05$) (Tabela 3).

TABELA 3 Média do peso final (PF) (kg), ganho de peso médio diário (GPMD) (kg), conversão alimentar e do consumo de ração médio diário (CRMD) (kg), estimativa de ponto ótimo de suplementação pelo modelo LRP (ELRP) e ponto de platô dos animais que receberam dieta suplementada com ractopamina (RAC) durante 28 dias.

Nível Rac (ppm)	PF	GPMD	CA	CRMD
0	103,60 b	1,05 b	3,03 b	3,14
5	109,75 a	1,27 a	2,38 a	3,01
10	109,55 a	1,26 a	2,51 a	3,13
15	109,00 a	1,24 a	2,39 a	2,95
20	108,45 a	1,28 a	2,46 a	3,04
Teste F	0.0176	0.0019	0.0012	0.8658
ELRP	4,39	4,81	4,41	
Ponto de quebra ¹	109,00	1,26	2,46	

Médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste SNK ($P < 0,05$).

¹ Ponto no qual a variável estabilizou tendendo a forma platô.

A ausência de efeito da RAC no CRMD observada neste experimento está de acordo com o verificado em diversos trabalhos anteriores (See et al., 2004; Corassa, 2007; Marinho et al., 2007). Outros autores encontraram diferença significativa na redução do CRMD quando níveis de 10 e 20 ppm RAC foram utilizados, porém, no presente estudo nem mesmo altas doses do produto foram capazes de promover diferença estatística nesta variável. Entretanto outros autores relataram a diminuição da quantidade de média de ração ingerida pelos animais suplementados com RAC, principalmente aqueles suplementados com níveis superiores como 20 e 30 ppm RAC (Crenshaw et al., 1987; Aalhus et al., 1990, Watkins, 1990, Schinckel et al., 2002), sugerindo a variabilidade de efeito da RAC nos animais originados de diferentes linhagens genéticas disponíveis comercialmente.

O ponto ótimo de suplementação da ractopamina pelo modelo LRP foi de 4,39, 4,81 e 4,41 ppm para PF (Figura 3), GPMD (Figura 4) e CA (Figura 5), respectivamente, resultando valores máximos de 109 kg, 1,26 kg, e 2,46 pára estas variáveis.

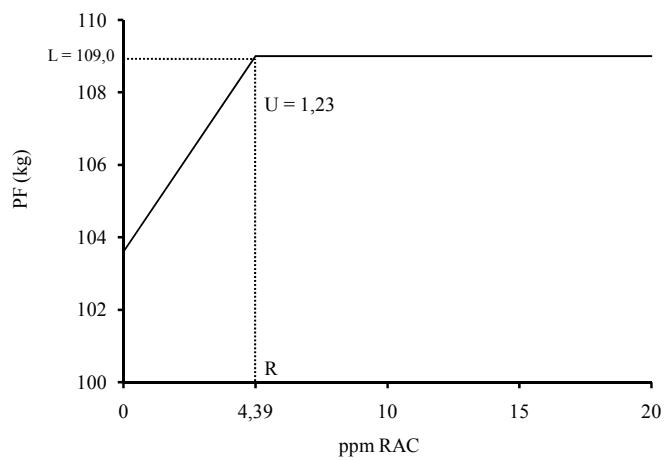


FIGURA 3 Curva ajustada pelo modelo de regressão LRP (*linear response plateau*) para peso final (PF) dos suínos em terminação alimentados com ractopamina durante 28 dias. R = estimativa de nível ótimo de suplementação; L = ponto de platô; U = coeficiente de inclinação da reta.

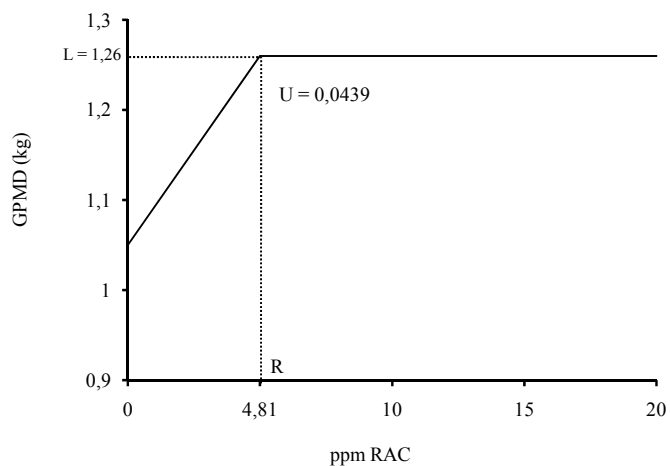


FIGURA 4 Curva ajustada pelo modelo de regressão LRP (*linear response plateau*) para ganho de peso médio diário (GPMD) dos suínos em terminação alimentados com ractopamina durante 28 dias. R = estimativa de nível ótimo de suplementação; L = ponto de platô; U = coeficiente de inclinação da reta.

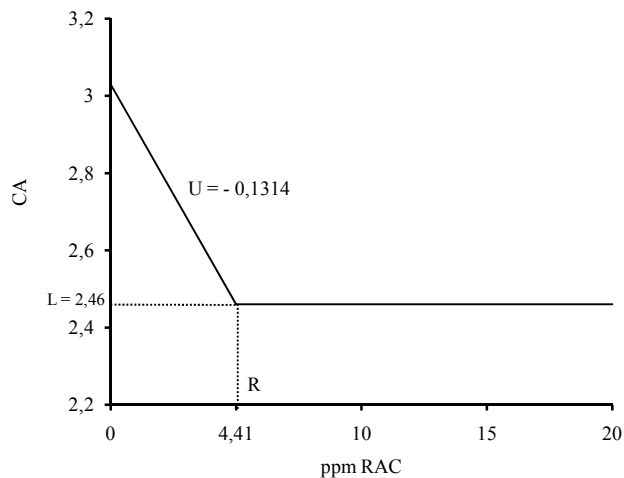


FIGURA 5 Curva ajustada pelo modelo de regressão LRP (*linear response plateau*) para conversão alimentar (CA) dos suínos em terminação alimentados com ractopamina durante 28 dias. R = estimativa de nível ótimo de suplementação; L = ponto de platô; U = coeficiente de inclinação da reta.

Estes resultados corroboram com aqueles reportados por Schinckel et al. (2001) e Amaral (2008), os quais concluíram que para o ganho de peso, a maior parte da resposta do animal à ractopamina pode ser alcançada com suplementação de 5 ppm na dieta.

Neste nível de suplementação, os resultados do presente trabalho mostraram que o uso da ractopamina (5 ppm) incrementou o peso final (5,94%) e o ganho de peso médio diário (20,91%) e diminuiu a conversão alimentar

(21,63%) ($P < 0,05$) de suínos em fase de terminação de ambos os sexos, sem interferir no consumo médio de ração. Estes resultados contradizem os de Mimbs et al. (2005), os quais utilizando suplementação de 0 e 10 ppm RAC em suínos em fase de terminação não observaram diferença no GP e no GPMD porém os animais alimentados com RAC apresentaram menor CRMD ($P < 0,01$). Esta diferença provavelmente se deu porque Mimbs et al. (2005) utilizaram cruzamentos entre diferentes linhagens genéticas (machos Duroc x fêmeas Yorkshire ou Landrace ou Hampshire), além de ter ajustado o nível de lisina total para 1,12%, diferentemente do presente trabalho no qual a ração apresentou 1,18% de lisina total.

Os animais do tratamento com suplementação de 20 ppm RAC apresentaram valores para GPMD muito próximos aos apresentados pelo grupo de animais alimentados com 5 ppm RAC, 1,27 kg contra 1,28 kg respectivamente, razão pela qual o modelo LRP estimou o ponto ótimo de suplementação desta variável também próximo à 5 ppm RAC. Armstrong et al. (2004), utilizando 0, 5, 10 e 20 ppm RAC verificaram resposta significativa na diminuição da CA em todos os tratamentos, porém os tratamentos de 10 e 20 ppm RAC foram mais eficientes, o que contrasta com o presente estudo, no qual o tratamento com menor valor de CA foi obtido com o uso de 5 ppm RAC. Stites et al. (1991) observaram que o efeito da ractopamina em suínos não apresenta comportamento dose-dependente, o que pode em parte explicar os resultados obtidos neste trabalho.

Vários outros autores obtiveram resposta eficiente no desempenho de suínos em terminação alimentados com ractopamina através do aumento do ganho de peso (He et al., 1993; Dunshea et al., 1998) e melhoria da conversão alimentar (Yen et al., 1990; Zagury, 2002; Marinho et al., 2007), variáveis nas quais, neste estudo, foram observadas melhorias com o uso da ractopamina.

A melhora da conversão alimentar pode explicar o aumento do peso final e ganho de peso médio diário dos animais alimentados com RAC (Zagury, 2002; Cantarelli, 2007). Isto acontece porque o efeito repartidor de nutrientes da RAC promove aumento da síntese de tecido muscular em detrimento da deposição de tecido adiposo, e como o tecido muscular contém mais água que o tecido adiposo, demanda menor aporte de nutrientes, já que o gasto energético exigido para deposição de tecidos protéicos é três vezes menor em relação à deposição de tecido adiposo (English et al., 1988).

4.2 Carcaça

4.2.1 Características de carcaça

Bem como observado nas variáveis de desempenho dos animais alimentados com ractopamina, pôde ser verificado nas variáveis relacionadas às características de carcaça dos animais do experimento o mesmo comportamento das variáveis em relação aos tratamentos, ou seja, a tendência da formação de um platô a partir de certo ponto de suplementação, já que as médias de todos os tratamentos com RAC foram muito próximas. A Tabela 4 apresenta os resultados referentes às características de carcaça.

TABELA 4 Rendimento de carcaça, espessura de toucinho, área de olho de lombo, profundidade de lombo e rendimento de carne da carcaça de suínos machos castrados, alimentados com diferentes níveis de ractopamina durante 28 dias.

	Níveis de ractopamina				
	0 ppm	5 ppm	10 ppm	15 ppm	20 ppm
<i>Rendimento de carcaça (%)</i>					
Média	80,54	81,35	80,99	81,02	82,34
CV (%)	1,454				
<i>Espessura de toucinho (mm)</i>					
Média	19,75 b	14,23 a	15,27 a	14,61 a	15,25 a
Estimativa modelo LRP	4,26				
Ponto de quebra ¹	15,04				
CV (%)	11,04				
<i>Área de olho de lombo (cm²)</i>					
Média	41,6 b	51,17 a	49,58 a	49,66 a	49,05 a
Estimativa modelo LRP	4,09				
Ponto de quebra ¹	49,43				
CV (%)	8,427				
<i>Profundidade de lombo (cm)</i>					
Média	58,3 b	70,52 a	70,73 a	70,07 a	71,78 a
Estimativa modelo LRP	5,14				
Ponto de quebra ¹	70,86				
CV (%)	6,644				
<i>Rendimento de carne da carcaça</i>					
Média	55,69 b	60,43 a	59,74 a	60,19 a	59,83 a
Estimativa modelo LRP	4,46				
Ponto de quebra ¹	59,92				
CV (%)	2,196				

Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste SNK ($P < 0,05$).

¹ Valores nos quais a variável tende a formar o platô.

Dentre as variáveis de carcaça testadas, houve diferença entre os tratamentos para a (ET) ($P < 0,05$), que diminuiu em média 33,08% quando se utilizou RAC em relação à dieta controle, para a área de olho de lombo (AOL) ($P < 0,05$), que aumentou em média 19,87% em relação à dieta controle, a profundidade de lombo (PLB) ($P < 0,05$), que aumentou em média 21,40% em

relação à dieta controle, e o rendimento de carne da carcaça (RCC) ($P < 0,05$), que aumentou 7,82% em relação à dieta controle.

A redução da ET e o aumento da AOL e RCC sugerem que a RAC reduz a porcentagem de gordura na carcaça.

O rendimento de carcaça (RC) não apresentou diferença estatística entre os animais que foram alimentados com a adição do produto e o tratamento controle ($P > 0,05$). Outros autores também não observaram diferença na suplementação da RAC no RC (Brum et al., 2004; Budiño et al., 2005).

A Figuras 6, 7, 8 e 9 apresentam os gráficos com a curva ajustada pelo modelo LRP para as variáveis de características de carcaça.

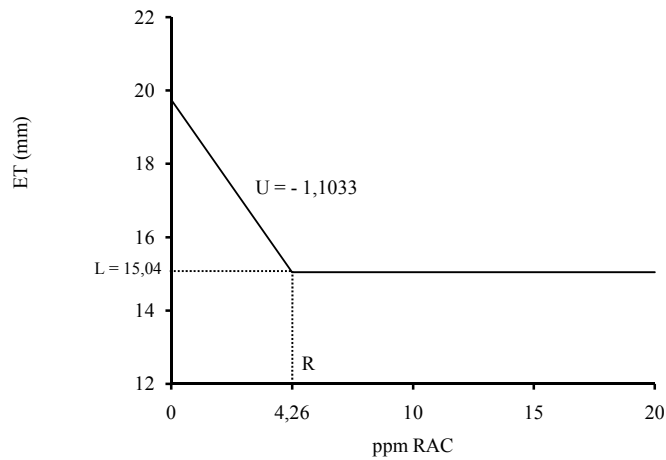


FIGURA 6 Curva ajustada pelo modelo de regressão LRP (*linear response plateau*) para espessura de toucinho (ET) dos suínos alimentados com ractopamina durante 28 dias.

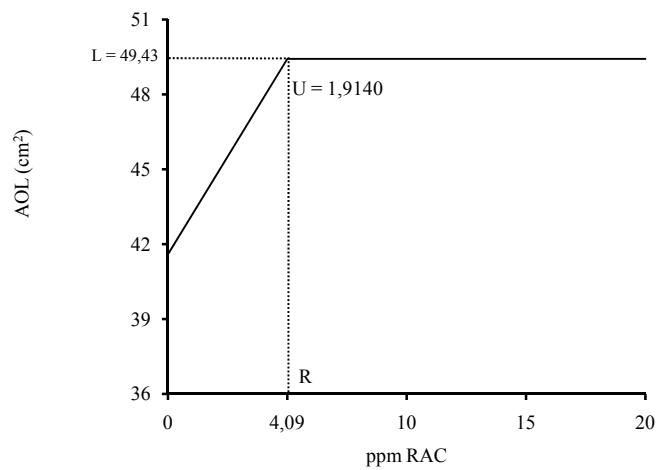


FIGURA 7 Curva ajustada pelo modelo de regressão LRP (*linear response plateau*) para área de olho de lombo (AOL) dos suínos alimentados com ractopamina durante 28 dias.

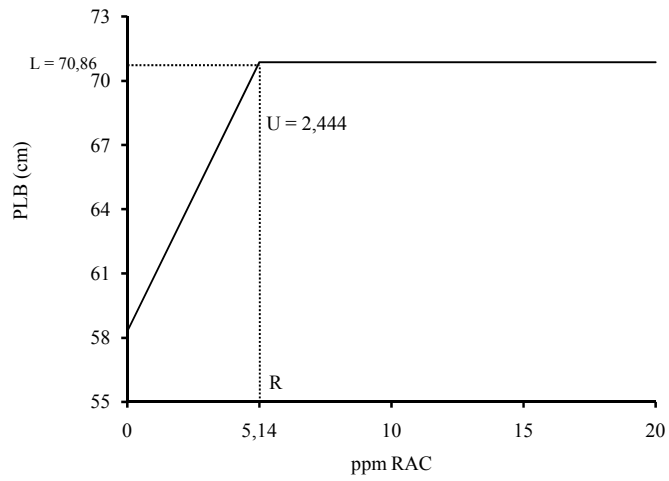


FIGURA 8 Curva ajustada pelo modelo de regressão LRP (*linear response plateau*) para profundidade de lombo dos suínos alimentados com ractopamina durante 28 dias.

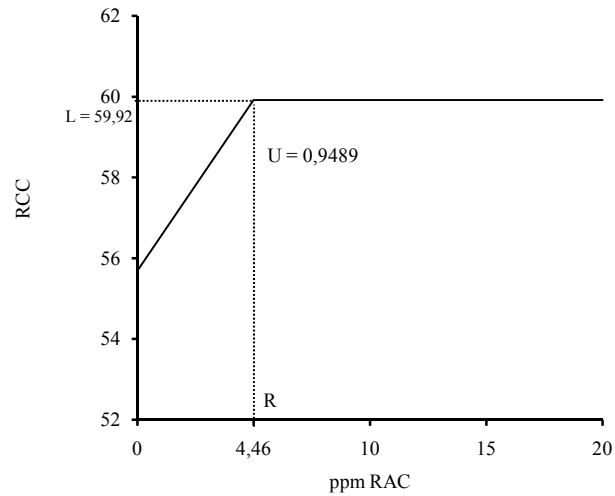


FIGURA 9 Curva ajustada pelo modelo de regressão LRP (*linear response plateau*) para o rendimento de carne da carcaça dos suínos alimentados com ractopamina durante 28 dias.

O aumento do RCC é coerente com os resultados apresentados por Silveira et al. (2005), os quais obtiveram resultados satisfatórios no RCC utilizando 5 ppm RAC na dieta, atingindo resultados 2,64% maiores para este parâmetro.

Cantarelli et al. (2009) e Almeida (2008) obtiveram resultados semelhantes para a AOL com aumento de 8,70% e 7% respectivamente, diferentemente de Pérez et al. (2006), que utilizando suplementação 0 e 10 ppm RAC e três níveis de lisina (0,95%; 1,05%; 1,15%), verificaram aumento desta variável nos animais com 1,15% lisina e 0 ppm RAC em relação à mesma

suplementação de lisina porém com suplementação de 10 ppm RAC, provavelmente porque o nível de lisina utilizado não foi suficiente para atender a demanda de aminoácidos decorrente do aumento do estímulo à síntese proteica muscular. Contudo, vários autores ao avaliarem as características de carcaça de animais suplementados com RAC nas últimas duas décadas, observaram aumento da AOL nos animais alimentados com o produto em relação aos animais que receberam dieta sem suplementação (Adeola et al., 1990; Bark et al., 1992; Apple et al., 2004; Brum et al. 2004; Weber et al., 2006). O expressivo efeito observado nesta variável foi também observado na ET (queda de 33,08%) dos animais tratados com RAC em relação ao tratamento controle.

A diminuição da ET foi observada em experimentos de diversos autores que utilizaram RAC em suínos em terminação (Crome et al., 1996; Mimbs et al., 2005; Pérez et al., 2006; Cantarelli, 2007; Sanches et al., 2008), porém o índice de diminuição da ET observado (33,08%) é bastante superior ao encontrado na maioria dos trabalhos, como o de Crome et al. (1996) e Amaral (2008), os quais verificaram, respectivamente, 15,7 e 17,28%. Estes dados demonstram o mesmo comportamento destas variáveis quanto à obtenção de benefícios promovidos pela utilização da RAC na suplementação de suínos em fase de terminação.

No presente trabalho tanto para a AOL quanto para ET, PLB e o RCC, o nível de suplementação com 5 ppm RAC foi suficiente para atingir os benefícios decorrente da suplementação da RAC, o que contrasta com o verificado por Armstrong et al. (2004), os quais sugerem nível mínimo de 10 ppm RAC para ganhos significativos para a AOL e o RCC. Os diferentes níveis de suplementação da RAC nas diferentes linhagens suínas proporcionam resultados variados para quase todas as variáveis de desempenho e características de carcaça, tornando-se evidente a necessidade de testes preliminares do produto em determinada linhagem genética, antes da implementação da RAC na dieta dos animais de um plantel.

Os diversos experimentos com RAC desde o final da década de 1980 até os dias atuais mostraram consistentes resultados de ganho nas variáveis de desempenho de suínos em terminação. Entretanto, os resultados para ganhos nas características de carcaça são variáveis. De acordo com See et al. (2004), o efeito observado nos suínos das linhagens genéticas modernas, que propiciam maior aumento de carne magra, em resposta à RAC não é totalmente esclarecido. Assim, diferentes respostas são obtidas nos experimentos conforme a linhagem genética que é utilizada.

Dunshea (1991), não observou diminuição na quantidade de tecido adiposo nas carcaças dos animais alimentados com RAC, da mesma forma como os resultados do presente trabalho sugerem, porque os efeitos da ractopamina parecem ser mais consistentes no aumento da taxa de síntese proteica dos animais (Cantarelli, 2007), aumento este observado nos trabalhos de Adeola (1992) e de Grants et al. (1993). Além disso, o efeito anabólico da RAC é mais seletivo para células musculares esqueléticas em relação a uma possível ação catabólica nas células adiposas (Dunshea and King, 2001; Sillence, 2003), porque o tecido adiposo suíno apresenta pequena concentração de receptores β_3 -adrenérgicos, mais relacionados ao catabolismo lipídico.

O aumento dos índices das características de carcaça observados neste experimento pode ser explicado pelo aumento da massa muscular propiciado pela utilização da RAC (Marchant-Forde et al., 2003; See, et al., 2004) e pelo aumento no diâmetro das fibras musculares brancas e intermediárias (Aalhus et al., 1992).

Resultados mais expressivos podem não ter sido alcançados devido ao tempo de suplementação com doses constantes de RAC, o que pode ter propiciado o efeito de dessensibilização dos receptores β -adrenérgicos. See et al. (2004) sugerem protocolo de suplementação de seis semanas com aumento progressivo do nível de RAC na dieta a cada duas semanas (5, 10 e 20 ppm).

Segundo os mesmos autores, este tipo de protocolo de suplementação diminui os efeitos de dessensibilização. Os repartidores de nutrientes, como são também chamados os ABA's sintéticos, são utilizados estrategicamente na suplementação da ração de suínos na fase de maior deposição lipídica na carcaça, a fase de terminação. Assim, a utilização dos ABA's nesta fase posterga o fim do período de maior taxa de deposição de tecido muscular em detrimento da deposição de tecido adiposo.

4.2.2 Rendimento de cortes

Neste trabalho a ractopamina não apresentou ($P>0,05$) resultados satisfatórios no rendimento de pernil, filezinho e carré. A Tabela 5 apresenta as médias do rendimento dos cortes nobres.

TABELA 5 Rendimento de pernil, filezinho e carré de suínos machos castrados, alimentados com diferentes níveis de ractopamina durante 28 dias.

	Níveis de ractopamina				
	0 ppm	5 ppm	10 ppm	15 ppm	20 ppm
<i>Rendimento de pernil</i>					
Média	30,00	29,57	29,34	28,79	28,82
CV (%)	2,8				
<i>Rendimento de filezinho</i>					
Média	0,82	0,89	0,79	0,83	0,84
CV (%)	1,563				
<i>Rendimento de carré</i>					
Média	18,69	18,07	18,97	17,99	19,24
CV (%)	7,316				

A ractopamina foi utilizada por diversos autores em diferentes níveis e proporcionou aumento do rendimento de pernil (Uttaro et al., 1993; Crome et al. 1996; Schinckel et al., 2003; Amaral, 2008). De acordo com Amaral (2008) o

nível de 5 ppm RAC resultou em melhora dos rendimentos de cortes exceto o rendimento do pernil.

4.2.3 Qualidade de barriga

A Tabela 6 apresenta os resultados das características de carcaça associadas à qualidade de barriga. A ractopamina não proporcionou melhora destes parâmetros, resultado este que corrobora com estudos anteriores do mesmo grupo de pesquisa (Cantarelli, 2007; Amaral, 2008).

TABELA 6 Rendimento de barriga, espessura de toucinho de barriga e flexibilidade de barriga de suínos machos castrados, alimentados com ractopamina em diferentes níveis durante 28 dias.

	Níveis de ractopamina				
	0 ppm	5 ppm	10 ppm	15 ppm	20 ppm
<i>Rendimento de barriga</i>					
Média	5,60	5,84	6,01	5,69	6,36
CV (%)	12,06				
<i>Espessura de toucinho de barriga (mm)</i>					
Média	16,07	16,34	15,06	15,94	18,58
CV (%)	41,977				
<i>Flexibilidade de barriga (cm)</i>					
Média	14,00	11,50	13,30	12,40	12,38
CV (%)	37,458				

A flexibilidade de barriga (FBAR) apresentou diminuição média de 11,5% em relação ao tratamento controle. Do ponto de vista industrial, barrigas excessivamente flexíveis dificultam o processamento da carne, pois podem causar prejuízos na fatiagem do material, principalmente do bacon (Cantarelli, 2007).

Já para o rendimento de barriga (RBAR), os tratamentos com adição de RAC na dieta apresentaram aumento médio de 6,69% em relação ao tratamento controle. A ausência de resposta estatisticamente significativa da RAC para

RBAR pode dever-se ao processo de dessensibilização ou *down-regulation*, o qual após certo período de tempo de suplementação com ABA's, diminui a sensibilidade dos receptores β -adrenérgicos à RAC (Moody et al., 2000). Este processo pode ter interferido no RBAR e a RAC pode ter apresentado efeito de ganho nesta variável até determinado tempo do experimento, tendo depois disso diminuído ou cessado seu efeito.

4.2.4 Índice de bonificação

O índice de bonificação (IB) foi a variável escolhida como parâmetro econômico para avaliar o uso da RAC em suínos em terminação, pois como toda atividade de produção, qualquer produto que venha a ser utilizado pelos produtores tem que propiciar ganhos produtivos e por consequência financeiros. O resultado da suplementação da RAC no IB obtido com os animais utilizados no experimento e alimentados com RAC durante 28 dias está apresentado na Tabela 7.

TABELA 7 Índice de bonificação obtido dos suínos em terminação alimentados com dietas suplementadas com diferentes níveis de ractopamina durante 28 dias.

	Níveis de ractopamina				
	0 ppm	5 ppm	10 ppm	15 ppm	20 ppm
	<i>Índice de bonificação</i>				
Média	103,31 b	110,06 a	109,42 a	109,20 a	109,73 a
Estimativa modelo LRP	4,55				
Ponto de quebra	109,45				
CV (%)	1,744				

Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste SNK ($P < 0,05$).

¹ Valor no qual a variável tende a formar o platô.

O IB apresentou um aumento médio de 6,09% ($P < 0,05$) em relação ao tratamento sem ractopamina. A Figura 10 apresenta o gráfico com a curva ajustada pelo modelo LRP.

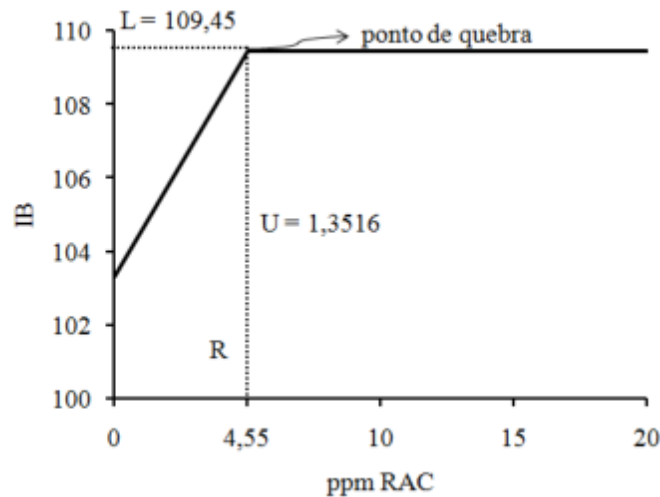


FIGURA 10 Curva ajustada pelo modelo de regressão LRP (*linear response plateau*) para o índice de bonificação obtido com as carcaças dos suínos alimentados com ractopamina durante 28 dias.

Os resultados corroboram com aqueles apresentados por Cantarelli (2207) e Amaral (2008), porém neste experimento o aumento médio do IB foi superior aos citados anteriormente, os quais foram respectivamente 3,9% e 3,62%, valores estes que podem ter sido obtidos em razão da utilização de animais de diferentes origens genéticas.

5 CONCLUSÕES

O uso da RAC na dieta de suínos em terminação mostrou-se uma eficiente ferramenta de trabalho oferecida aos produtores de carne suína, sendo eficaz em melhorar o desempenho e as características de carcaça dos animais, além de ser uma alternativa economicamente viável. O uso de níveis de suplementação superiores à 5 ppm não apresentaram benefícios adicionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AALHUS, J. L.; JONES, S. D. M.; SCHAEFER, A. L.; TONG, A. K. W.; ROBERTSON, W. M.; MERRILL, J. K.; MURRAY, A. C. The effect of ractopamine on performance, carcass composition and meat quality of finishing pigs. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 70, n. 5, p. 943-952, 1990.

AALHUS, J. L.; SCHAEFER, A. L.; MURRAY, A. C.; JONES, S. D. M. The effect of ractopamine on myofibre distribution and morphology and their relation to meat quality in swine. **Meat Science**, Barking, v. 31, n. 4, p. 97-409, 1992.

ADEOLA, O.; BALL, R. O.; YOUNG, L. G. Porcine skeletal muscle myofibrillar protein synthesis is stimulated by ractopamine. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 122, n. 3, p. 488-495, Mar. 1992.

ADEOLA, O.; DARKO, E. A.; HE, P.; YOUNG, L. G. Manipulation of porcine carcass composition by ractopamine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, n. 11, p. 3633-3641, Nov. 1990.

ALMEIDA, V. V. **Ractopamina, cromo-metionina e suas combinações como aditivos modificadores do metabolismo de suínos em crescimento e terminação**. 2008. 90 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

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

APPLE, J. K.; MAXWELL, C. V.; BROWN, D. C.; FRIESEN, K. G.; MUSSER, R. E.; JOHNSON, Z. B.; ARMSTRONG, T. A. Effects of dietary lysine and energy density on performance and carcass characteristics of finishing pigs fed ractopamine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82, n. 11, p. 3277-3287, Nov. 2004.

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, n. 11, p. 3245-3253, Nov. 2004.

ARMSTRONG, T. A.; KREMER, B. T.; MARSTELLER, T. A.; MECHLER, D. Effects of ractopamine step-up use programs on finishing pigs fed under commercial conditions. **Journal of Swine Health and Production**, Perry, v. 13, n. 2, p. 66-71, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA. **Relatório ABIPECS 2008**. São Paulo: ABIPECS, 2009. 22 p. Disponível em: <<http://www.abipecs.org.br>>. Acesso em: 25 set. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS. **Método brasileiro de classificação de carcaças**. Estrela: ABCS, 1973. 17 p. (Publicação Técnica, 2).

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 in pigs fed ractopamine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 11, p. 3391-3400, Nov. 1992.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Aditivos**. Brasília: MAPA, 2009a. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 18 dez. 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do agronegócio: Brasil 2008/09 a 2018/19**. Brasília: MAPA, 2009b. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 25 set. 2009.

BRUMM, M. C.; MILLER, P. S.; THALER, R. C. Response of barrows to space allocation and ractopamine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82, n. 11, p. 3373-3379, Nov. 2004.

BUDIÑO, F. E. L.; THOMAZ, M. C.; NEME, R.; RUNIZ, U. S.; FRAGA, A. L.; ROBLES-HUAYNATE, R. A.; MAIA, V. S.; CAVALCANTE NETO, A. Efeito da adição de diferentes níveis de fontes de cloridrato de ractopamina, sobre o desempenho e características de carcaça de suínos em terminação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 12., 2005, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: ABRAVES, 2005. p. 333-334.

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

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, n. 3, p. 844-851, maio 2009.

CORASSA, A. **Efeito da ractopamina e fitase sobre o desempenho e características de carcaça de suínos em terminação**. 2007. 62 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

CRENSHAW, J. D.; SWANTEK, P. M.; MARCHELLO, M. J.; HARROLD, R. L.; ZIMPRICH, R. C.; OLSON, R. D. Effects of a phenethanolamine (ractopamine) on swine carcass composition. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 65, n.1, p. 308, July, 1987. Supplement 1. Abstract.

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, n. 4, p. 709-716, Apr. 1996.

DUNSHEA, F. R. Effect of metabolism modifiers on lipid metabolism in the pig. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, n. 7, p. 1966-1977, July 1993.

DUNSHEA, F. R. Factors affecting efficacy of β -agonists for pigs. **Pigs News and Information**, Slough, v. 12, n. 2, p. 227-231, 1991.

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, n. 11, p. 2919-2930, Nov. 1993.

DUNSHEA, F. R.; KING, R. H.; EASON, P. J.; CAMPBELL, R. G. Interrelationships between dietary ractopamine, energy intake, and sex in pigs. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v. 49, n. 4, p. 565-574, Apr. 1998.

ELANCO ANIMAL HEALTH. **Paylean, swine nutrition guide for industry professionals**. Indianapolis, 1999.

ENGLISH, P. R.; FOWLER, V. R.; BAXTER, S.; SMITH, B. The basis of efficient systems for the growing-finishing pig. In: **The growing and finishing pig: improving efficiency**. Ipswich: Farming, 1988. p. 331-373.

FÁVERO, J. A.; GUIDONI, A. L.; BELLAVER, 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.

FUNDAÇÃO ARTHUR BERNARDES. **SAEG**: sistemas para análises estatísticas, versão 9.1. Viçosa, MG: UFV, 2007.

GRANT, A. L.; SKJAERLUND, D. M.; HELFERICH, W. G.; BERGEN, W. G.; MERKEL, R. A. Skeletal muscle growth and expression of skeletal muscle alpha-actin mRNA and insulin-like growth factor I mRNA in pigs during feeding and withdrawal of ractopamine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, n. 12, p. 3319-3326, Dec. 1993.

GU, Y.; SCHINCKEL, A. P.; FORREST, J. C.; KUEI, C. H.; WATKINS, L. E. Effects of ractopamine, genotype, and growth phase on finishing performance and carcass value in swine, II: estimation of lean growth rate and lean feed efficiency. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, n. 7, p. 2694-2702, July 1991.

GUIDONI, A. L. Melhoria de processos para a tipificação e valorização de carcaças suínas no Brasil. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 1., 2000, Concórdia. **Anais...** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000. p. 221-234.

GUNAWAN, A. M.; RICHERT, B. T.; SCHINCKEL, A. P.; GRANT, A. L.; GERRARD, D. E. Ractopamine induces differential gene expression in porcine skeletal muscles. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 85, n. 9, p. 2115-2124, Sept. 2007.

HAESE, D.; BUNZEN, S. Ractopamina. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 2, n. 2, p. 176-182, mar. 2005. Disponível em: <<http://www.nutritime.com.br/revista.php?escolha=14>>. Acesso em: 24 set. 2009.

HANSSON, I.; LUNDSTROM, K.; MALMFORS, B. Effect of sex and weight on growth, feed efficiency and carcass characteristics. 2: carcass composition of boars, barrows and gilts, slaughtered at four different weights. **Swedish Journal of Agricultural Research**, Stockholm, v. 5, p. 69-80, 1975.

HE, P.; AHERNE, X.; THOMPSON, J.; SCHAEFER, A.; MERRILL, J. Effect of ractopamine on carcass characteristics and joint-cartilage soundness in finishing pigs. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 73, n. 1, p. 169-176, Mar. 1993.

HERR, C. T.; HANKINS, S. L.; SCHINCKEL, A. P.; RICHERT, B. T. Evaluation of three genetic populations of pigs for response to increasing levels of ractopamine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, p. 73, 2001. Supplement 2. Abstract.

HOLLENGA, C.; ZAAGSMA, J. Direct evidence for the atypical nature of functional beta- adrenoceptors in rat adipocytes. **British Journal of Pharmacology**, London, v. 98, n. 4, p. 1420-1424, Dec. 1989.

LAFONTAN, M.; BERLAN, M. Fat cell adrenergic receptors and the control of white and brown fat cell function. **Journal of Lipid Research**, Bethesda, v. 34, n. 7, p. 1057-1091, July 1993.

LIU, C. Y.; BOYER, J. L.; MILLS, S. E. Acute effects of beta-adrenergic agonists on porcine adipocyte metabolism in vitro. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 67, n. 11, p. 2930-2936, Nov. 1989.

MAIN, R. G.; DRITZ, S. S.; TOKACH, M. D.; GOODBAND, R. D.; NELSSSEN, J. L.; DEROCHE, J. M. Effects of ractopamine HCl dose and treatment period on pig performance in a commercial finishing facility. **Journal of Swine Health and Production**, Perry, v. 17, n. 3, p. 134-139, 2009.

MARCHANT-FORDE, J. N.; LAY JÚNIOR, D. C.; PAJOR, E. A.; RICHERT, B. T.; SCHINCKEL, A. P. The effects of ractopamine on the behavior and physiology of finishing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, n. 2, p. 416-422, Feb. 2003.

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, MG, v. 36, n. 4, p. 1061-1068, ago. 2007. Suplemento.

MCNEEL, R. L.; MERSMANN, H. J. β -adrenergic receptor subtype transcripts in porcine adipose tissue. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, n. 7, p. 1962-1971, July 1995.

MERSMANN, H. J. Overview of the effects of beta-adrenergic receptor agonists on animal growth including mechanisms of action. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, n. 1, p. 160-172, Jan. 1998.

MERSMANN, H. J.; CAREY, G. B.; SMITH, E. O. Adipose tissue beta-adrenergic and A1 adenosine receptors in suckling pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, n. 12, p. 3161-3168, Dec. 1997.

MILLS, S. E.; KISSEL, J.; BIDWELL, C. A.; SMITH, D. J. Stereoselectivity of porcine β -adrenergic receptors for ractopamine stereoisomers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, n. 1, p. 122-129, Jan. 2003a.

MILLS, S. E.; LIU, C. Y.; GU, Y.; SCHINCKEL, A. P. Effects of ractopamine on adipose tissue metabolism and insulin binding in finishing hogs: interaction with genotype and slaughter weight. **Domestic Animal Endocrinology**, Stoneham, v. 7, n. 2, p. 251-263, Apr. 1990.

MILLS, S. E.; SPURLOCK, M. E.; SMITH, D. J. β -Adrenergic receptor subtypes that mediate ractopamine stimulation of lipolysis. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, n. 3, p. 662-668, Mar. 2003b.

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, n. 6, p. 1361-1369, June 2005.

MITCHELL, A. D. Effect of ractopamine on growth and body composition of pigs during compensatory growth. **Animal**, Cambridge, v. 3, n. 1, p. 173-180, 2009.

MITCHELL, A. D.; SOLOMON, M. B.; STEELE, N. C. Response of low and high protein select lines of pigs to the feeding of the beta-adrenergic agonist ractopamine (phenethanolamine). **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, n. 10, p. 3226-3232, Oct. 1990.

MOODY, D. E.; HANCOCK, D. L.; ANDERSON, D. B. Phenethanolamine repartitioning agents. In: MELLO, J. P. F. D. (Ed.). **Farm animal metabolism and nutrition**. New York: CAB, 2000. p. 65-95.

MOUROT, J.; LEBRET, B. Modulation de La qualité de la viande de porc par l'alimentation. **Production Animales**, Paris, v. 22, n. 1, p. 33-40, 2009.

NGAPO, T. M.; MARTIN, J-F.; DRANSFIELD, E. International preferences for pork appearance: I: consumer choices. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 18, n. 1, p. 26-36, Jan. 2007.

PAGE, K. A.; HARTZELL, D. L.; LI, C.; WESTBY, A. L.; DELLA-FERA, M. A.; AZAIN, M. J.; PRINGLE, T. D.; BAILE, C. A. β -adrenergic receptor agonists increase apoptosis of adipose tissue in mice. **Domestic Animal Endocrinology**, Stoneham, v. 26, n. 1, p. 23-31, Jan. 2004.

PALERMO NETO, J. Agonistas de receptores beta2-adrenérgicos e produção animal. In: SPINOSA, H. S.; GÓRNIK, S. L.; BERNARDI, M. M. (Ed.). **Farmacologia aplicada à medicina veterinária**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. p. 545-557.

PEREIRA, F. A.; FONTES, D. O.; SILVA, F. C. O.; FERREIRA, W. M.; LANNA, A. M. Q.; CORRÊA, G. S. S.; SILVA, M. A.; MARINHO, P. C.; AROUCA, C. L. C.; SALUM, G. M. Efeitos da ractopamina e de dois níveis de lisina digestível na dieta sobre o desempenho e características de carcaça de leitoas em terminação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 60, n. 4, p. 943-952, ago. 2008.

PÉREZ, A.; OBISPO, N. E.; PALMA, J.; CHICCO, C. F. Efectos de la ractopamina y lisina sobre la deposición de grasa en cerdos seleccionados magros en la fase de engorde. **Zootecnia Tropical**, Maracay, v. 24, n. 4, p. 435-455, oct. 2006.

PORTZ, L.; DIAS, C. T. S.; CYRINO, J. E. P. Regressão segmentada como modelo na determinação de exigências nutricionais de peixes. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 4, p. 601-607, out. 2000.

RENTFROW, G.; SAUBERB, T. E.; ALLEEA, G. L.; BERGA, E. P. The influence of diets containing either conventional corn, conventional corn with choice white grease, high oil corn, or high oil high oleic corn on belly/bacon quality. **Meat Science**, Barking, v. 64, n. 4, p. 459-466, Aug. 2003.

RICKE, E. A.; SMITH, D. J.; FEIL, V. J.; LARSEN, G. L.; CATON, J. S. Effects of ractopamine HCl stereoisomers on growth, nitrogen retention, and carcass composition in rats. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 77, n. 3, p. 701-707, Mar. 1999.

ROBBINS, K. L. **A method, SAS program, and example for fitting the broken-line to growth data**. Tennessee: University of Tennessee, 1986. 8 p.

RUTZ, F.; XAVIER, E. G. Agentes repartidores de energia para aves e suínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p. 201-218.

SALEM, M.; LEVESQUE, H.; MOON, T. W.; REXROAD, C. E.; YAO, J. Anabolic effects of feeding β 2-adrenergic agonists on rainbow trout muscle proteases and proteins. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, New York, v. 144, n. 2, p. 145-154, June 2006.

SANCHES, J. F.; KIEFER, C.; MOURA, M. S.; SILVA, E. A.; CARRIJO, A. S.; LUZ, M. F.; NANTES, C. N. Níveis de ractopamina para suínos machos castrados em terminação mantidos em ambiente de conforto térmico. In: FÓRUM INTERNACIONAL DE SUINOCULTURA, 4., 2008, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Animal World, 2008. p. 117-119.

SCHINCKEL, A. P.; RICHERT, B. T.; HERR, C. T. Variation in the response of multiple genetic populations of pigs to ractopamine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, p. 85-89, Jan. 2002. Supplement 2.

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 Suínos e Aves, 2001. p. 324-335.

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, n. 8, p. 2474-2480, Aug. 2004.

SILLENCE, M. N. Technologies for the control of fat and lean deposition in livestock. **The Veterinary Journal**, London, v. 167, n. 3, p. 242-257, May 2004.

SILVEIRA, E. T. F.; ANDRADE, J. C.; MIYAGUSKU, L.; HAGUIWARA, M. M. H.; PALTRONIERI, C. E. The addition of ractopamine to the feed of light and heavy swine and its impacts on meat quantitative characteristics. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE & TECHNOLOGY, 51., 2005, Baltimore. **Anais ...** Baltimore: ICOMST, 2005. CD-ROM.

SMITH, D. J. The pharmacokinetics, metabolism, and tissue residues of beta-adrenergic agonists in livestock. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, n. 1, p. 173-194, Jan. 1998.

SPURLOCK, M. E.; CUSUMANO, J. C.; MILLS, S. E. The affinity of ractopamine, clenbuterol, and L-644,969 for the beta-adrenergic receptor population in porcine adipose tissue and skeletal muscle membrane. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, n. 8, p. 2061-2065, Aug. 1993.

STAHLY, T. S.; BARK, L. J. Impact of somatotropin and beta-adrenergic agonists in swine. In: MILLER, E. R.; ULLREY, D. E.; LEWIS, A. J. (Ed.). **Swine nutrition**. Stoneham: Butterworth Heinemann, 1991. p. 103-117.

STITES, C. R.; MCKEITH, F. K.; SINGH, S. D.; BECHTEL, P. J.; MOWREY, D. H.; JONES, D. J. The effect of ractopamine hydrochloride on the carcass cutting yields of finishing swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, n. 8, p. 3094-3101, Aug. 1991.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Foreign agricultural service**. Washington: United States Department of Agriculture, 2009. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov>>. Acesso em: 1 out. 2009.

UTTARO, B. 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, n. 9, p. 2439-2449, Sept. 1993.

WATKINS, L. E.; JONES, D. J.; MOWREY, D. H.; ANDERSON, D. B.; VEENHUIZEN, E. L. The effect of various levels of ractopamine hydrochloride on the performance and carcass characteristics of finishing swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, n. 11, p. 3588-3595, Nov. 1990.

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, n. 3, p. 720-732, Mar. 2006.

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, n. 1, p. 119-127, May 1999.

YEN, J. T.; MERSMANN, H. J.; HILL, D. A.; POND, W. G. Effects of ractopamine on genetically obese and lean pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68 n. 11, p. 3705-3712, Nov. 1990.

ZAGURY, F. T. R. **Efeito da ractopamina na ração sobre o crescimento, composição da carcaça e qualidade de carne de suínos**. 2002. 46 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Belo Horizonte.

ANEXOS

ANEXO A		Página
TABELA 1A	Análise de variância do ganho de peso de suínos em terminação alimentados com ractopamina durante 28 dias.....	52
TABELA 2A	Análise de variância do ganho de peso médio diário de suínos em terminação alimentados com ractopamina durante 28 dias.....	52
TABELA 3A	Análise de variância da conversão alimentar de suínos em terminação alimentados com ractopamina durante 28 dias.....	52
TABELA 4A	Análise de variância do consumo de ração médio diário de suínos em terminação alimentados com ractopamina durante 28 dias.....	53
TABELA 5A	Análise de variância do rendimento de carcaça de suínos em terminação alimentados com ractopamina durante 28 dias.....	53
TABELA 6A	Análise de variância da espessura de toucinho de suínos em terminação alimentados com ractopamina durante 28 dias.....	53
TABELA 7A	Análise de variância da área de olho de lombo de suínos em terminação alimentados com ractopamina durante 28 dias.....	54
TABELA 8A	Análise de variância da profundidade de lombo de suínos em terminação alimentados com ractopamina durante 28 dias.....	54
TABELA 9A	Análise de variância do rendimento de carne da carcaça de suínos em terminação alimentados com ractopamina durante 28 dias.....	54
TABELA 10A	Análise de variância do rendimento de pernil de suínos em terminação alimentados com ractopamina durante 28 dias.....	55
TABELA 11A	Análise de variância do rendimento de filezinho de suínos em terminação alimentados com ractopamina durante 28 dias.....	55
TABELA 12A	Análise de variância do rendimento de carré de suínos em	55

	terminação alimentados com ractopamina durante 28 dias....	
TABELA 13A	Análise de variância do rendimento de barriga de suínos em termnação alimentados com ractopamina durante 28 dias.....	56
TABELA 14A	Análise de variância da espessura de toucinho de barriga de suínos em termnação alimentados com ractopamina durante 28 dias.....	56
TABELA 15A	Análise de variância da flexibilidade de barriga de suínos em termnação alimentados com ractopamina durante 28 dias.....	56
TABELA 16A	Análise de variância do índice de bonificação obtido dos suínos em termnação alimentados com ractopamina durante 28 dias.....	57

TABELA 1A Análise de variância do ganho de peso de suínos em terminação alimentados com ractopamina durante 28 dias.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	4	57,990000	14,497500	1,835000	0,171500
RAC	4	130,015000	32,503750	4,113000	0,017600
erro	16	126,435000	7,902188		
Total corrigido	24	314,440000			

TABELA 2A Análise de variância do ganho de peso médio diário de suínos em terminação alimentados com ractopamina durante 28 dias.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	4	0,105534	0,026383	3,978000	0,019900
RAC	4	0,185547	0,046387	6,995000	0,001900
erro	16	0,106105	0,006632		
Total corrigido	24	0,397186			

TABELA 3A Análise de variância da conversão alimentar de suínos em terminação alimentados com ractopamina durante 28 dias.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	4	0,420564	0,105141	2,157000	0,120700
RAC	4	1,492133	0,373033	7,653000	0,001200
erro	16	0,779873	0,048742		
Total corrigido	24	2,692570			

TABELA 4A Análise de variância do consumo de ração médio diário de suínos em terminação alimentados com ractopamina durante 28 dias.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	4	0,131096	0,032774	0,329000	0,854300
RAC	4	0,124216	0,031054	0,312000	0,865800
erro	16	1,592944	0,099559		
Total corrigido	24	1,848256			

TABELA 5A Análise de variância do rendimento de carcaça de suínos em terminação alimentados com ractopamina durante 28 dias.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	4	13,659908	3,414977	3,837000	0,022600
RAC	4	9,051396	2,262849	2,542000	0,080200
erro	16	14,240932	0,890058		
Total corrigido	24	36,952236			

TABELA 6A Análise de variância da espessura de toucinho de suínos em terminação alimentados com ractopamina durante 28 dias.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	4	0,918378	0,229595	0,061000	0,992400
RAC	4	100,289547	25,072387	6,674000	0,002300
erro	16	60,110472	3,756905		
Total corrigido	24	161,318398			

TABELA 7A Análise de variância da área de olho de lombo de suínos em terminação alimentados com ractopamina durante 28 dias.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	4	173,629400	43,407350	4,438000	0,013300
RAC	4	285,693400	71,423350	7,303000	0,001500
erro	16	156,483600	9,780225		
Total corrigido	24	615,806400			

TABELA 8A Análise de variância da profundidade de lombo de suínos em terminação alimentados com ractopamina durante 28 dias.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	4	102,000100	25,500025	1,318000	0,305700
RAC	4	630,198100	157,549525	8,141000	0,000900
erro	16	309,631400	19,351962		
Total corrigido	24	1041,829600			

TABELA 9A Análise de variância do rendimento de carne da carcaça de suínos em terminação alimentados com ractopamina durante 28 dias.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	4	0,381869	0,095467	0,046000	0,995600
RAC	4	77,576192	19,394048	9,290000	0,000400
erro	16	33,400379	2,087524		
Total corrigido	24	111,358439			

TABELA 10A Análise de variância do rendimento de pernil de suínos em terminação alimentados com ractopamina durante 28 dias.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	4	3,601173	0,900293	1,461000	0,260100
RAC	4	5,269391	1,317348	2,138000	0,123100
erro	16	9,857493	0,616093		
Total corrigido	24	18,728057			

TABELA 11A Análise de variância do rendimento de filezinho de suínos em terminação alimentados com ractopamina durante 28 dias.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	4	0,016589	0,004147	0,392000	0,811100
RAC	4	0,025828	0,006457	0,611000	0,660800
erro	16	0,169149	0,010572		
Total corrigido	24	0,211566			

TABELA 12A Análise de variância do rendimento de carré de suínos em terminação alimentados com ractopamina durante 28 dias.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	4	17,802888	4,450722	3,708000	0,025500
RAC	4	6,061529	1,515382	1,263000	0,325200
erro	16	19,203551	1,200222		
Total corrigido	24	43,067968			

TABELA 13A Análise de variância do rendimento de barriga de suínos em termnação alimentados com ractopamina durante 28 dias.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	4	3,034444	0,758611	1,711000	0,196800
RAC	4	1,798079	0,449520	1,014000	0,429600
erro	16	7,095103	0,443444		
Total corrigido	24	11,927625			

TABELA 14A Análise de variância da espessura de toucinho de barriga de suínos em termnação alimentados com ractopamina durante 28 dias.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	4	650,731400	162,682850	8,770000	0,000600
RAC	4	34,251400	8,562850	0,462000	0,762900
erro	16	296,790100	18,549381		
Total corrigido	24	981,772900			

TABELA 15A Análise de variância da flexibilidade de barriga de suínos em termnação alimentados com ractopamina durante 28 dias.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	4	219,622500	32,405625	1,600000	0,222700
RAC	4	18,422500	4,605625	0,227000	0,919000
erro	16	324,065000	20,254063		
Total corrigido	24	472,110000			

TABELA 16A Análise de variância do índice de bonificação obtido dos suínos em termnação alimentados com ractopamina durante 28 dias.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	4	7,719440	1,929860	0,485000	0,746700
RAC	4	160,752055	40,188014	10,098000	0,000300
erro	16	63,679765	3,979985		
Total corrigido	24	232,151260			