

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO
JEQUITINHONHA E MUCURI

GUSTAVO HENRIQUE CAMPOS DE SOUZA

NÍVEIS DE RACTOPAMINA EM DIETAS PARA SUÍNOS EM
TERMINAÇÃO

DIAMANTINA - MG
2011

GUSTAVO HENRIQUE CAMPOS DE SOUZA

NÍVEIS DE RACTOPAMINA EM DIETAS PARA SUÍNOS EM TERMINAÇÃO

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Prof. Rony Antonio Ferreira
Co-orientador: Francisco Carlos de Oliveira Silva

DIAMANTINA - MG
2011

Ficha Catalográfica - Serviço de Bibliotecas/UFVJM
Bibliotecária Viviane Pedrosa
CRB6-2641

S729n Souza, Gustavo Henrique Campos de
2011 Níveis de ractopamina em dietas para suínos em terminação / Gustavo Henrique Campos de Souza. – Diamantina: UFVJM, 2011. 43f.

Orientador: Rony Antonio Ferreira.
Coorientador: Francisco Carlos de Oliveira Silva

Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

1. carcaça 2. desempenho 3. repartidor de energia 4. suinocultura I. Título.

CDD 636.085

GUSTAVO HENRIQUE CAMPOS DE SOUZA

NÍVEIS DE RACTOPAMINA EM DIETAS PARA SUÍNOS EM TERMINAÇÃO

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA em 02/12/2011.



Prof. Rony Antonio Ferreira - UFLA
Orientador



Francisco Carlos de Oliveira Silva - EPAMIG
Co-orientador



Prof. Aldrin Vieira Pires - UFVJM



Prof. Joelson Moreira - UFVJM

DIAMANTINA - MG
2011

A DEUS, pela oportunidade da vida e de poder vivê-la intensamente...

Aos meus pais, pelo exemplo, dedicação e por acreditarem em mim...

AGRADECIMENTO

À Universidade Federal dos Vales Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), pela oportunidade de realização do curso e do aperfeiçoamento técnico-científico-profissional.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de pessoal de Nível Superior (Capes) pela concessão da bolsa de estudo.

À Empresa AGM - Indústria de Rações e Comércio pela parceria na realização deste trabalho.

À Escola Estadual Jerônimo Pontello por ceder o espaço para condução do experimento.

Ao professor Rony Antonio Ferreira pela amizade, orientação e confiança. Seus conhecimentos e experiência foram fundamentais em todas as etapas do meu trabalho.

Ao pesquisador da EPAMIG Francisco Carlos de Oliveira Silva pela co-orientação, amizade, seriedade e cooperação.

Aos professores Aldrin Vieira Pires e Idalmo Garcia Pereira pelo grande apoio.

A todos os outros professores pela amizade, apoio e conhecimentos transmitidos.

Aos estudantes de pós-graduação Pedro, Sicília e Leo, pelo convívio, amizade, apoio nesta etapa de realização do trabalho.

A estudante de graduação Laurita pelo companheirismo e ajuda na condução do experimento.

Aos meus pais, irmãos e minha família, pelo incentivo e colaboração, principalmente nos momentos de dificuldade durante esta caminhada.

A Marina pela dedicação, compreensão, incentivo e carinho.

Aos grandes amigos da República de Viçosa, TOCA DO TATU, por sempre me incentivar a alcançar os meus objetivos.

Ao amigo Bob pelo acolhimento e companheirismo na cidade de Diamantina.

Aos colegas de república, Pedro, Bernardo, Albert e Leo, pela amizade e convívio. A todos que, de alguma forma, contribuíram para minha maior conquista profissional.

RESUMO

SOUZA, Gustavo Henrique Campos. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, dezembro de 2011. 43p. **Níveis de ractopamina em dietas para suínos em terminação.** Orientador: Rony Antônio Ferreira. Co-orientador: Francisco Carlos de Oliveira Silva. Dissertação (Mestrado em Zootecnia).

O presente trabalho foi realizado em Couto de Magalhães de Minas- MG no mês de Maio, com o objetivo de avaliar diferentes níveis de inclusão de ractopamina na dieta para suínos em terminação. Foram utilizados 32 suínos híbridos comerciais com o peso inicial de $88,0 \pm 4,0$ kg e peso final de $109,0 \pm 5,0$ kg. Os animais foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, composto por quatro tratamentos (4, 8, 12 e 16 ppm de ractopamina) e quatro repetições. A unidade experimental constituída por dois animais, um macho e uma fêmea na baía, sendo que nas dietas experimentais houve um aumento de 30% de lisina digestível. As análises estatísticas das variáveis de desempenho (consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar), das características quantitativas de carcaça (profundidade de lombo, espessura de toucinho, porcentagem de carne magra e deposição de carne magra diária) e dos parâmetros fisiológicos (temperatura de superfície, frequência respiratória e temperatura retal) foram determinadas por análises de regressão. O período experimental teve duração de 14 dias. A temperatura média do ar obtida foi de $23,7 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, a umidade relativa foi de $69,6 \pm 5,2\%$ e o Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) foi calculado em $71,1 \pm 1,3$. Os níveis de ractopamina não influenciaram o ganho de peso, entretanto, foi observado efeito quadrático sobre o consumo de ração e a conversão alimentar dos suínos, de acordo com o aumento do nível de ractopamina na dieta, que melhorou até o nível estimado de 11 e 13,2 ppm respectivamente. Os níveis de ractopamina não influenciaram a espessura de toucinho, profundidade de lombo e porcentagem de carne magra, medidas por ultra-som. Observou-se efeito quadrático na deposição de carne magra diária dos suínos com o aumento do nível de ractopamina na dieta, que melhorou até o nível estimado de 11,4 ppm. Os níveis de ractopamina não influenciaram a frequência respiratória dos suínos. Notou-se que os níveis crescentes de ractopamina nas dietas, promoveram aumento linear na temperatura retal e temperatura superficial. Concluiu-se que a suplementação de 13,2 e 11,4 ppm de ractopamina em dietas para suínos em terminação, durante 14 dias pré-abate, proporcionam melhores resultados de conversão alimentar e deposição de carne magra diária. No entanto, com o aumento dos níveis de ractopamina, foi observada moderadas alterações fisiológicas, não afetando o desempenho dos animais.

Palavras-chave: carcaça, desempenho, repartidor de energia, suinocultura.

ABSTRACT

SOUZA, Gustavo Henrique Campos. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, december 2011. 43p. **Levels of ractopamine in diets for finishing pigs.** Adviser: Rony Antônio Ferreira. Committee members: Francisco Carlos de Oliveira Silva. Dissertation (Master's degree in Animal Science).

This work was performed in Couto de Magalhães de Minas Gerais in the month of May, with the objective of evaluate different levels of inclusion of ractopamine in diet for finishing pigs. We used 32 commercial hybrid pigs with initial body weight of 88.0 ± 4.0 kg and final weight 109 ± 5.0 kg. The animals distributed in a completely randomized design, with four treatments (4, 8, 12 and 16 ppm ractopamine) and four replications. The experimental unit consists of two animals, one male and one female in the bay, and the experimental diets was an increase of 30% of lysine digestible. The statistical analysis of the performance variables (feed intake, weight gain and feed conversion), quantitative characteristics of the carcass (loin depth, backfat thickness, lean percentage and lean meat gain per day) and the physiological parameters (surface temperature, respiratory rate and rectal temperature) were determined by regression analysis. The experimental period lasted 14 days. The average temperature recorded was $23,7 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, relative humidity was $69,6 \pm 5,2\%$ and BGHI was calculated at $71,1 \pm 1,3$. The levels of ractopamine did not affect weight gain, however, was observed quadratic effect on feed intake and feed conversion of pigs, according to the increased level of ractopamine in diet, which improved up to the level of 11 and 13,2 ppm respectively. The levels of ractopamine did not affect backfat thickness, loin depth and lean percentage, measured by ultrasound. There was a quadratic effect on daily lean meat gain of pigs with increased levels of ractopamine in the diet, which increased up to the estimated level of 11.4 ppm. The levels of ractopamine did not affect the respiratory rate of pigs. It was observed that increasing levels of ractopamine in diets, a linear increase in rectal temperature and surface temperature. We conclude that the supplementation of 13.2 and 11.4 ppm of ractopamine in diets for finishing pigs during 14 days pre-slaughter, showed the best feed conversion and daily lean meat gain. However, with increasing levels of ractopamine, there is moderate physiological alterations, not affecting the performance of animals.

Keywords: carcass, finishing, energy splitter, swine.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	08
2. REVISÃO DA LITERATURA	10
2.1. Ractopamina	10
2.2. Tecido muscular e adiposo	13
2.3. Desempenho dos suínos	14
2.4. Características de carcaça	16
2.5. Fatores que interferem na resposta à ractopamina	17
2.6. Ractopamina e lisina	18
2.7. Qualidade da carne	20
2.8. Parâmetros fisiológicos	20
3. MATERIAL E MÉTODOS	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
5. CONCLUSÃO	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

1. INTRODUÇÃO

A suinocultura tem se destacado como uma atividade de grande importância no cenário nacional para produção de proteína animal. Assim como outras atividades do agronegócio brasileiro, a produção de suínos vem crescendo de maneira acelerada, promovendo o desenvolvimento de uma cadeia produtiva extremamente complexa. Segundo a Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína – ABIPECS (2010) a produção cresceu 1,5% em relação a 2009, passando de 3,19 milhões de toneladas para 3,24 milhões de toneladas, sendo 90,06% oriundo da suinocultura industrial. Esse crescimento foi sustentado pelo aumento de 3,5% no peso médio ao abate. Tradicionalmente não tem sido um grande consumidor de carne suína. Ao contrário do perfil mundial, o consumo de carne suína é inferior ao das carnes de frango e bovina. Entretanto a disponibilidade interna de carne suína, no período de 2004 a 2010 cresceu de 11 para aproximadamente 14,5 kg por habitante por ano, permanecendo abaixo do potencial de consumo, estimado em 15 kg por habitante por ano (ABIPECS, 2011).

Devido às mudanças nos hábitos alimentares dos consumidores de carne suína, a suinocultura mundial tem buscado o desenvolvimento de animais com menos gordura, mais carne e portanto com maior eficiência. Para tanto, várias mudanças nos métodos de manejo e instalações ocorreram, bem como uma evolução das áreas de melhoramento genético e nutrição animal.

Os suinocultores e as indústrias observando a tendência do mercado por carnes mais magras e uma carcaça de melhor qualidade, vem buscando através de novos métodos, diminuir o nível de gordura e aumentar a quantidade de carne na carcaça dos suínos.

A busca por melhorias nos índices zootécnicos na suinocultura sempre foi idealizada, mas com o aumento da competitividade global na atividade e por consequência a diminuição das margens de lucro, essa busca passou a apresentar novo sentido. Com o advento da valorização de carcaças, além das melhorias de desempenho, se faz necessário novos avanços quanto à qualidade do produto pós-abate, como maior rendimento de carcaça, maior porcentagem de carne magra, rendimento de carne magra, entre outros. Uma vez que toda inovação ou melhoria tem seu custo, será necessário maximizar o retorno da atividade suinícola buscando a melhor relação custo/benefício (CORASSA, 2010).

Neste sentido, aditivos tem sido empregados de forma a obter melhores respostas que atendam não somente as melhorias de desempenho, bem como características de carcaça. A ractopamina é denominada um aditivo repartidor de nutrientes, devido a sua capacidade de redistribuir os nutrientes em função da alteração do metabolismo, havendo um redirecionamento dos nutrientes destinados à síntese e deposição de lipídeos à deposição de tecido muscular. Sendo assim, a ractopamina é classificada como um agonista β -adrenérgico, possui estrutura análoga aos homônios denominados catecolaminas. Este aditivo age sobre o metabolismo animal, inibindo a lipogênese, estimulando a lipólise e retendo o nitrogênio, aumentando assim a síntese protéica (MIYADA, 2001). Dentre as etapas de produção, a fase de terminação é a que apresenta maior transformação na composição da carcaça e, ao mesmo tempo, pior eficiência alimentar e maior consumo de ração para se produzir um quilograma de carne.

É preciso ampliar os conhecimentos sobre a utilização da ractopamina, uma vez que somente de posse de um conteúdo significativo de informações do nível, das interações nutricionais e das respostas geradas, é que os formuladores poderão explorar o potencial genético dos animais e dos aditivos empregados.

Assim, o trabalho teve como objetivo avaliar níveis crescentes de inclusão de ractopamina em dietas para suínos em terminação sobre o desempenho, características da carcaça e parâmetros fisiológicos, em um período de 14 dias pré-abate.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. RACTOPAMINA

Vários compostos sintéticos com estruturas e propriedades químicas e farmacológicas similares a das catecolaminas (adrenalina e noradrenalina), melhoram o desenvolvimento do animal e a composição da carcaça. Estes compostos, como a ractopamina, cimaterol e salbutamol reagem com os receptores β -adrenérgicos na membrana das células e por isso recebem o nome de agonistas β -adrenérgicos (SQUIRES et al., 1993).

Os agonistas β -adrenérgicos tem sido utilizados na produção de suínos como agentes repartidores de nutrientes. Eles agem como modificadores do metabolismo animal, alterando a partição de nutrientes desviando-os para funções zootecnicamente desejáveis, ou seja, promovendo o crescimento e a deposição de tecido magro e reduzindo a síntese lipídica dos animais (BRIDI *et al.* 2002). A ractopamina (Figura 1) é classificada como uma substância repartidora de nutrientes, uma vez que possui a capacidade de atuar modificando os padrões de deposição dos tecidos muscular e adiposo sem, no entanto, afetar na deposição de outros tecidos do organismo do animal, (BEERMANN, 2002).

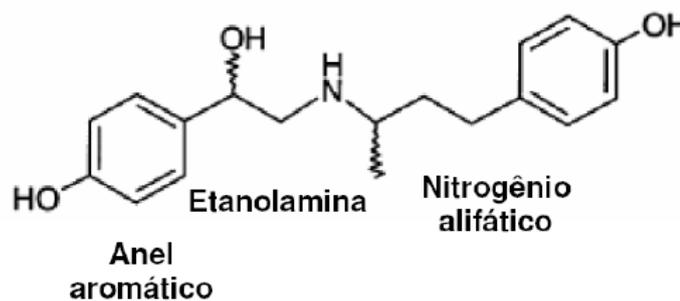


Figura 1. Estrutura química da ractopamina (Adaptado de SMITH, 1998).

O tecido adiposo de algumas espécies como, bovinos e suínos, possuem β -receptores que, quando ativados pelas catecolaminas, promovem lipólise e conseqüente redução no nível de gordura corporal. O tecido muscular também possui receptores β -adrenérgicos que, quando acionados, promovem ação muscular específica (BEERMANN, 2002).

Existem três subtipos de receptores β (β_1 , β_2 , β_3), os quais estão presentes na maioria das células dos mamíferos. A distribuição e a proporção de cada um dos subtipos, assim como sua seqüência de aminoácidos varia entre os tecidos do organismo animal e entre as diferentes

espécies (MERSMANN, 1998). Os receptores $\beta 1$ são encontrados no coração, na musculatura lisa intestinal e no tecido adiposo, enquanto os $\beta 2$ estão presentes na musculatura esquelética e tecido adiposo. Entretanto, outros estudos demonstram que o tecido adiposo dos suínos expressa três tipos de receptores β -adrenérgicos ($\beta 1$ perfazendo aproximadamente 75%, o $\beta 2$ com 20% e o $\beta 3$ com 5%) (MERSMANN, 2002; MILLS, 2002). Com isto podem ocorrer diferentes respostas entre as espécies animais quando se faz o uso de aditivos β -adrenérgicos.

Com a utilização da ractopamina ocorre uma série de efeitos em cascata desde a membrana celular até o interior da célula. Os efeitos se iniciam após a estimulação do receptor β -agonista (Figura 2). O complexo agonista-receptor fixa-se sobre uma proteína de ligação que, quando ativada, induz a uma modificação na fluidez da membrana, permitindo assim o seu deslocamento lateral, o que leva a estimulação da ação catalítica da enzima adenilato ciclase (MOODY et al., 2000).

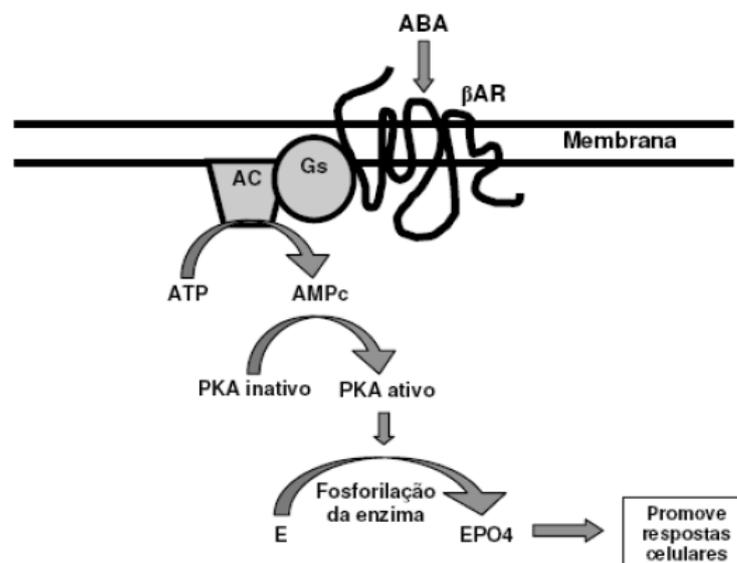


Figura 2. Mecanismo de ação dos agonistas β -adrenérgicos. ABA: agonista β -adrenérgico; β AR: receptor β -adrenérgico; Gs: proteína ativa; AC: enzima adenilato ciclase; ATP: adenosina trifosfato; AMPc: adenosina monofosfato cíclico; PKA: proteína quinase A; E: enzima; EPO₄: Enzima fosforilada (Adaptado de MOODY et al., 2000).

A adenilato ciclase, que está situada na face interna da membrana plasmática, participa da formação do AMPc (monofosfato cíclico de adenosina) a partir do ATP (trifosfato de adenosina), passando esta molécula a atuar como segundo mensageiro. O AMPc por sua vez, ativa a proteína quinase, que conduz a fosforilação de enzimas responsáveis pela resposta final (MERSMANN, 1998). Essas enzimas quando estão fosforiladas (na forma EPO₄), promovem respostas celulares que incluem: estimulação da lipólise, glicogenólise, aumentos

da insulina e glucagon, relaxamento da musculatura lisa e aumento da contração cardíaca (MOODY et al., 2000). Algumas enzimas quando são fosforiladas ficam inativas, como é o caso da acetil-CoA carboxilase, envolvida no processo de biossíntese de ácidos graxos (MERSMANN, 1998).

Um dos efeitos conhecidos do uso da ractopamina em suínos é a diminuição da quantidade de gordura na carcaça. Seu modo de ação decorre da inibição da ligação da insulina ao receptor adrenérgico dos adipócitos, antagonizando assim sua ação e, conseqüentemente, diminuindo a síntese e deposição de gordura nos suínos (BELLAYER et al., 1991).

Segundo Haese & Bunzen (2005), o metabolismo lipídico das células adipócitas é principalmente regulado pela insulina e pelas catecolaminas. A insulina apresenta efeito anabólico sobre o tecido adiposo. As catecolaminas atuam sobre receptores β -adrenérgicos deste tecido e constituem o principal mecanismo de controle do metabolismo lipídico, levando à redução no anabolismo e aumento do catabolismo.

O propósito funcional amplo da insulina é promover a construção de massas moleculares tanto de carboidratos (glicogênio), como de lipídios (triglicerídeos) ou de proteínas. Nos adipócitos, a insulina promove a entrada de glicose com sua conversão em ácidos graxos e posterior deposição. Quando há suplementação com ractopamina este efeito parece ser reduzido. Por outro lado, a insulina que não está sendo utilizada nos adipócitos poderá atuar no tecido muscular devido à ação específica do aditivo onde, além de permitir o ingresso de aminoácidos nas células musculares, aumentará a velocidade com que os ribossomos percorrem as fitas de RNA mensageiro, fazendo com que mais proteína seja sintetizada em menos tempo. Como visto, o mecanismo de resposta ao uso da ractopamina parece estar diretamente relacionado à sua influência sobre a ação da insulina no metabolismo animal. Os tecidos adiposo e muscular são os mais notavelmente insulino-dependentes, sendo que os efeitos da insulina sobre cada um deles são alcançados pelas modificações que ela determina em algumas enzimas especificamente selecionadas (RIEGEL, 1996).

Em relação ao metabolismo protéico, ocorre aumento da síntese de proteína levando assim a melhoras na qualidade da carcaça dos animais submetidos à ação da ractopamina (MILLS et al., 1990). Além disso, sabe-se que este aditivo, ao se ligar aos receptores de membrana, dispara uma série de eventos fisiológicos que leva ao aumento no diâmetro das fibras musculares (AALHUS et al., 1990).

2.2. TECIDO MUSCULAR E ADIPOSO

Um importante efeito da ractopamina em suínos é o incremento da musculatura esquelética pela hipertrofia das fibras musculares, mais especificamente das fibras brancas e intermediárias (AALHUS et al., 1992). Foi demonstrado que a estimulação da proliferação e incorporação de células satélites às fibras musculares pré-existent não são componentes essenciais para a hipertrofia das miofibras (BEERMANN, 2002).

Estudos comprovam que a suplementação de ractopamina para suínos em terminação aumenta a massa muscular (BARK et al., 1992; ARMSTRONG, 2004; BUDIÑO et al., 2005; STAHL et al., 2007), em virtude do aumento na síntese de proteína (ADEOLA et al., 1990) e, ou, diminuição na degradação de proteína (COUTINHO, 1990).

O aumento na síntese de proteína muscular é resultado do aumento na expressão gênica das miofibrilas, pois o incremento na concentração de RNAm da alfa-actina foi observado no músculo de suínos alimentados com ractopamina (BERGEN et al., 1989). Por outro lado, as atividades de enzimas associadas com a degradação protéica, catepsina e proteases dependentes de cálcio, não foram alteradas em suínos suplementados com ractopamina (BEERMANN, 2002).

Outro efeito da administração da ractopamina tem sido a diminuição da deposição de gordura na carcaça (WATKINS et al., 1990; MARINHO et al., 2007a, b). A eficiência da ractopamina na redução do tecido adiposo do animal pode estar relacionada mais à atividade desta substância em bloquear a lipogênese do que estimular a lipólise (RUTZ & XAVIER, 1998). Em um estudo realizado com suínos por LIU e MILLS (1990), foi observado que a ractopamina reduziu a sensibilidade dos adipócitos à insulina sendo, portanto, capaz de inibir a lipogênese. Por outro lado, estudos com suínos demonstram que os agonistas β -adrenérgicos aumentam a produção de AMPc, os quais ativam quinases, que por sua vez, fosforilam a enzima limitante na lipólise, ou seja, a lipase hormônio sensível (LHS) (COUTINHO et al., 1990).

Em estado ativado, a enzima LHS quebra os triglicerídios e, conseqüentemente, aumenta a taxa de lipólise (HERMSDORFF & MONTEIRO, 2004). Adicionalmente, foi demonstrado que a ractopamina aumenta a apoptose no tecido adiposo de ratos (PAGE et al., 2004). Isto explicaria parcialmente a razão de suínos suplementados com ractopamina geralmente apresentarem menor percentual de gordura na carcaça (WEBER et al., 2006).

De modo geral, o aumento na percentagem de carne magra em suínos alimentados com ractopamina tem sido, provavelmente, devido à redução da síntese de ácidos graxos no tecido adiposo, bem como um aumento na síntese de proteína no músculo esquelético (MILLS et al., 1990).

2.3. DESEMPENHO DOS SUÍNOS

O uso da ractopamina para suínos em fase de terminação pode ocasionar queda no consumo de ração pode, no entanto, observa-se que animais suplementados apresentam melhoras no ganho de peso o que proporciona, conseqüentemente, melhores valores de conversão alimentar. Estes resultados podem ser explicados pelas alterações provocadas no metabolismo animal devido à ação da ractopamina, que ocasiona alterações na composição do ganho dos animais que passam a depositar mais proteína e menos gordura (SCHINKEL et al., 2003).

Outra explicação para a diminuição do consumo pode estar relacionado ao hormônio colestoquinina (CCK) que diminui o esvaziamento gástrico, diminuindo a taxa de passagem do alimento, fazendo com que o alimento fique mais tempo no intestino, aumentando o aproveitamento dos nutrientes, o que leva a uma diminuição do consumo de ração e aumento na eficiência alimentar

A proteína tem, em sua composição, aproximadamente 35% de água, assim quanto maior for o depósito protéico, maior será a quantidade de água depositada, sendo este um dos principais fatores que justificam os melhores resultados encontrados tanto para ganho de peso quanto para conversão alimentar em animais que são suplementados com este aditivo (MARINHO et al., 2007a).

A conversão alimentar tem sido uma das medidas de eficiência mais utilizadas na produção de suínos e está diretamente relacionada com a deposição de gordura na carcaça, sendo que piores valores são obtidos quando a quantidade de gordura aumenta (LUDKE et al., 1998). Dessa forma, a ractopamina, ao promover aumento da deposição de tecido magro, contribui para melhoria nos valores de conversão alimentar.

As respostas de desempenho quando do uso da ractopamina podem ser influenciadas por vários fatores, tais como o nível de inclusão, duração da suplementação, níveis protéicos e

de lisina na dieta (SCHINCKEL et al., 2002). Sendo assim, as variações nesses itens podem acarretar em diferentes respostas entre os trabalhos.

A resposta à ractopamina por suínos em terminação tem sido dose dependente, mostrando uma melhora do ganho e eficiência alimentar, e em menor grau, sobre parâmetros de carcaça, quando da utilização em baixa taxa de inclusão (5 ppm) (MOODY et al., 2000; BRUMM et al., 2004). Crome et al. (1996) ao avaliarem três concentrações de ractopamina (0, 10 e 20 ppm) 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.

Armstrong et al. (2004) ao avaliarem dietas para suínos em terminação, contendo 0, 5, 10 ou 20 ppm de ractopamina, verificaram que os animais que receberam 10 e 20 ppm apresentaram melhor eficiência alimentar comparados aos demais, visto que o consumo de ração foi menor, sem alterar o ganho de peso.

Animais que foram alimentados com dieta contendo 5 ppm de ractopamina apresentam melhora de até 15% na conversão alimentar (CROME et al., 1996), sendo mais comum entre vários autores um valor de 12% de melhora para esta variável com o mesmo nível de suplementação (ADEOLA et al., 1990; MARINHO et al. 2007b).

A melhora da eficiência alimentar encontrada nos suínos que recebem ractopamina proporciona também aumento no ganho de peso diário desses animais, bem como aumento no peso final (TRAPP et al., 2002, MARINHO et al., 2007b).

Uma melhora de aproximadamente 10% no ganho de peso pode ser observada com uma suplementação com 5 ppm de ractopamina na dieta de suínos com 16% de proteína bruta (MARINHO et al., 2007b). Por outro lado, dietas com 20% de PB e 10 ppm de ractopamina não proporcionaram melhoras no ganho de animais de alto ou baixo potencial genético para deposição de tecido magro (MIMBS et al., 2005). Este último resultado pode ser devido aos diferentes períodos de suplementação empregados ou mesmo o número de receptores presentes nos diferentes potenciais genéticos.

See et al. (2004) comparando o desempenho de suínos alimentados com dietas com ou sem inclusão de 10 ppm de ractopamina na dieta, observaram aumentos no ganho diário de peso e melhoras na conversão alimentar dos animais, nas duas primeiras semanas do período experimental.

Em razão das melhoras observadas nas variáveis de desempenho zootécnico (ganho de peso, conversão alimentar, consumo de), quando tem sido feito o uso da ractopamina, pode-

se afirmar que este aditivo melhora a eficiência de utilização dos nutrientes pelos suínos (SCHINKEL et al., 2003; MARINHO et al., 2007a). Os nutrientes são direcionados para serem depositados no tecido muscular, já que a síntese de tecido magro requer menos energia que a síntese de gordura (LUDKE et al., 1998; SCHINKEL et al., 2003).

2.4. CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA

De acordo com Mersmann (1998), os suínos são considerados os animais que melhor respondem ao uso de ractopamina como aditivo repartidor de energia. Tal fato pode ser explicado pela maior quantidade de receptores β -adrenérgicos nos seus tecidos adiposo e muscular, bem como a afinidade destes pelo aditivo. Quando suplementados, observa-se uma alteração na deposição de músculo e gordura na carcaça, porém não na deposição de pele e ossos.

A produção de animais precoces tem sido almejada com o objetivo de aumentar a eficiência alimentar e obter carcaças com elevada relação carne:gordura. Após a fase de recria o crescimento diminui proporcionalmente, e a deposição de gordura pode suplantar a deposição de proteína, reduzindo a eficiência alimentar, em consequência disso, ocorre redução no ganho de peso diário, no peso final, rendimento de carcaça e na profundidade de músculo (AGOSTINI et al., 2008; GIRÃO et al., 2008; SANCHES et al., 2010).

Além disso, a deposição muscular da carcaça aumenta numa proporção maior do que o crescimento dos órgãos e vísceras. Dessa forma, pode-se observar que o uso deste aditivo ocasiona melhoras não só em relação às variáveis de desempenho, mas também naquelas relacionadas com características quantitativas de carcaça (FÁVERO & BELLAVÉ, 2001; SCHINCKEL et al., 2001).

O fornecimento de 5 ppm de ractopamina na dieta de suínos proporcionou redução de mais de 8% na espessura de toucinho quando comparados aos animais não suplementados. No entanto, quando os níveis de lisina digestível são mais elevados, uma redução de até 14% na espessura de toucinho pode ser constatada. Além disso, observou-se que a profundidade do lombo aumentou cerca de 6,5% com o uso do aditivo (MARINHO et al., 2007a). Sanches et al. (2010), avaliaram três níveis de inclusão de ractopamina (5, 10 e 20 ppm) e obtiveram uma redução linear da espessura de toucinho, aumento linear da profundidade de músculo e da porcentagem de carne magra na carcaça.

Outra variável que também pode ser influenciada pela suplementação com ractopamina é a deposição de carne magra diária, a qual foi incrementada em mais de 12%. No entanto, para que esses resultados possam ser alcançados é necessário que haja o fornecimento de maiores níveis de lisina, bem como a suplementação adicional dos demais aminoácidos. Um balanço ideal de aminoácidos promove melhor eficiência de utilização de energia para deposição de carne magra (MARINHO et al., 2007b). Isto havia sido constatado por XIAO et al., (1999) que estudaram as características da carcaça e o desempenho dos suínos. Os autores constataram que estas variáveis estão diretamente relacionadas não só com os níveis de ractopamina, mas também com os níveis de lisina na dieta. Assim, destaca-se a importância de uma correção para os níveis de aminoácidos quando é feita suplementação com ractopamina, afim de que os animais possam expressar eficientemente seu potencial de resposta ao uso do aditivo, ou seja, um balanço ideal de aminoácidos promove melhor eficiência de utilização de energia para deposição de carne magra (MARINHO et al., 2007b).

2.5. FATORES QUE INTERFEREM NA RESPOSTA À RACTOPAMINA

Alguns fatores podem influenciar a resposta dos suínos suplementados com ractopamina, dentre os quais se destacam a utilização de diferentes populações genéticas, nível de inclusão do agonista nas formulações, período de fornecimento, nível de lisina, relação lisina:energia metabolizável da dieta, ambiente e programa alimentar (SCHINCKEL et al., 2002).

Quando suplementados com ractopamina, suínos com médio ou alto potencial genético para deposição de tecido magro apresentaram maior deposição de músculo do que aqueles com potencial genético baixo para o mesmo quesito (BARK et al., 1992). Estas respostas podem estar relacionadas ao maior número de fibras musculares de suínos selecionados para maior deposição protéica, o que expõe um maior número de células a ação dos agonistas β -adrenérgicos (STAHLY et al., 1991; BARK et al., 1992). Além disso, é possível que o efeito da ractopamina seja maior em suínos geneticamente melhorados, uma vez que a concentração de DNA no músculo destes pode ser maior (LUNDSTROM et al., 1983). Adicionalmente, diferenças na densidade de receptores β -adrenérgicos presentes nas células dos tecidos muscular e adiposo entre os genótipos suínos podem influenciar suas respostas à ractopamina (BOCKLEN et al., 1986).

A intensidade da resposta à ractopamina depende do nível de inclusão nas formulações (STAHLY et al., 1991; BARK et al., 1992). De modo geral, os níveis de inclusão de ractopamina nas dietas de suínos variam de 5 a 20 ppm (WATKINS et al., 1990).

Normalmente 10 ou 20 ppm de ractopamina tem sido os níveis de inclusão que proporciona maior ganho de peso e melhor eficiência alimentar (APPLE et al., 2004). No entanto, pode ser que exista uma relação inversa do potencial de deposição de carne magra e níveis de ractopamina (SCHINCKEL et al., 2002). Em situações práticas, níveis de 5 a 10 ppm resultam em ganho de peso satisfatório, porém níveis maiores, em torno de 20 ppm, proporcionam máxima eficiência alimentar e melhores características quantitativas das carcaças dos suínos (SEE et al., 2004).

É possível que os suínos com alta deposição de músculo apresentem resposta a ractopamina com menor período de fornecimento (SCHINCKEL et al., 2002). A ractopamina tem sido mais eficaz quando administrada nos últimos 28 dias que antecedem o abate, uma vez que este período é caracterizado pelo aumento na deposição de gordura e piora na conversão alimentar (SCHINCKEL et al., 2001). Todavia, melhorias no desempenho e nas características de carcaça de animais em terminação foram observadas com a suplementação de ractopamina durante 21 dias pré-abate (MARINHO et al., 2007b). No entanto, estudos sugerem que a melhor resposta a ractopamina ocorre com 14 dias de uso, antes de haver uma redução lenta (WILLIAMS et al., 1994; MENDES et al., 2005). Isto ocorre porque, nas células, há uma regulação fisiológica (*down-regulation*) dos receptores β -adrenérgicos, fato que ocasiona atividade parcial do referido agonista (MILLS, 2002).

Bark et al. (1992) trabalhando com suínos em fase de terminação, verificaram que os resultados positivos para ganho de peso diário foram obtidos nos primeiros 14 dias de fornecimento da ractopamina, diminuindo com o tempo de tratamento e cessando, após quatro semanas de fornecimento.

2.6. RACTOPAMINA E LISINA

A ractopamina, por proporcionar melhorias significativas no desempenho e nas características de carcaça dos suínos, tem sido bastante recomendada em dietas formuladas em granjas comerciais para suínos em terminação (MITCHELL et al., 1991; MARINHO et al., 2007a; SANCHES et al., 2010).

Entretanto, para que seu uso proporcione efeitos desejáveis, há a necessidade de ajustes nutricionais nas dietas, porque os suínos suplementados com ractopamina apresentarão maior taxa de deposição protéica, em decorrência, exigirão maior quantidade de aminoácidos (PEREIRA et al., 2008).

Como a maioria das dietas para suínos no Brasil são formuladas à base de milho e farelo de soja, dentre os aminoácidos essenciais, a lisina tem sido considerada o primeiro limitante para o crescimento dos animais, estando diretamente relacionada à deposição de tecido muscular na carcaça (MIYADA, 2001). Assim, em situações onde são otimizadas as deposições de tecido protéico na carcaça quando, por exemplo, com o uso de aditivos repartidores de nutrientes como a ractopamina, tem sido necessário preocupar-se com o fato de que talvez o nível de lisina fornecido nas dietas esteja abaixo da real necessidade para potencializar o desempenho dos animais (SANCHES et al., 2010). Entretanto, o excesso de lisina também pode limitar os efeitos benéficos promovidos pelos agonistas β -adrenérgicos, pois poderá ocorrer competição pelos sítios de absorção e catabolismo dos aminoácidos em excesso em vez do aumento da síntese protéica (SILVA et al., 2008).

Níveis de lisina acima do ótimo afetam o desempenho e retenção do nitrogênio, principalmente, pela redução da energia líquida devido à desaminação e eliminação do excesso dos aminoácidos (TRINDADE NETO et al., 2000).

Animais que receberam a ractopamina e níveis baixos de lisina (0,55%) apresentaram menor deposição de proteína quando comparados com animais que não recebem o aditivo. Isso pode ser explicado pelo fato de que a ractopamina pode diminuir o consumo de ração levando, portanto, à redução do consumo de lisina, limitando assim o potencial de resposta do animal (SCHINCKEL et al., 2003).

Sendo assim, animais alimentados com dietas que contenham ractopamina devem consumir, aproximadamente, 30% a mais de lisina para atingirem resultados significativos de desempenho e características de carcaça (MITCHELL et al., 1991). Sugere-se que suínos suplementados com ractopamina exijam, no mínimo, 0,88% de lisina digestível (WEBSTER et al., 2001). O nível de 0,67% de lisina digestível atende às exigências de suínos em terminação para o desempenho, porém o de 0,87% proporciona melhor características de carcaça, reduzindo a espessura de toucinho e aumentando a percentagem de carne magra, a taxa de deposição de carne magra diária e profundidade de lombo (MARINHO et al., 2007a). Além disso, dietas formuladas para atender o nível de lisina digestível por meio da inclusão

de L-lisina-HCl com o ajuste para os demais aminoácidos para a relação ideal ou pela inclusão de maior quantidade de farelo de soja (aumento do nível de proteína bruta) proporcionaram melhor conversão alimentar em suínos suplementados com ractopamina durante 28 dias pré-abate (MARINHO et al., 2007b). O aporte adequado deste aminoácido é essencial para a maximização do efeito da ractopamina. Neste sentido a melhor resposta para a deposição de carne magra está em função do nível apropriado de lisina fornecido.

2.7. QUALIDADE DA CARNE

Os efeitos da ractopamina sobre o desenvolvimento dos animais e as características de carcaça tem sido bastante estudados, porém, poucos artigos tem sido publicados a respeito dos seus efeitos sobre a qualidade da carne.

Apesar de a ractopamina trazer grandes benefícios para a eficiência alimentar, taxa de crescimento e produção de carne magra (STOLLER et al., 2003), a mesma pode acarretar algumas alterações em qualidade de carne.

De acordo com Warris et al. (1990) e Wood et al. (1994) o pH final da carne tende a ser mais elevado em suínos tratados com ractopamina, isso ocorre porque os agonistas β -adrenérgicos podem consumir o glicogênio muscular, resultando em menor produção e acúmulo de ácido láctico na carcaça pós-abate. Observaram também que suínos que consumiram ractopamina apresentaram carne mais dura, o que pode ser devido ao aumento do diâmetro das fibras musculares ou, possivelmente, à redução da atividade da enzima proteolítica calpaína.

Carr et al. (2005) encontraram alterações na maciez da carne em animais tratados com 10 e 20 ppm de ractopamina, levando a um aumento na força de cisalhamento em consequência do aumento do diâmetro das fibras musculares.

Entretanto, Bridi et al. (2006), utilizando 10 ppm de ractopamina na dieta de suínos em fase de terminação não encontraram alterações nos valores de pH inicial e final da carne, na temperatura da carcaça 45 minutos após o abate, grau de marmoreio, maciez da carne, perda de água, colo e frequência de PSE (carne pálida, mole e exsudativa).

2.8. PARÂMETROS FISIOLÓGICOS

Acredita-se que a ractopamina por ser similar às catecolaminas, possa gerar alterações fisiológicas nos animais, levando a alterações de comportamento (dificultando o manejo), determinando aumento na frequência cardíaca, que por sua vez também desencadeará alterações na frequência respiratória, no pH e nas concentrações de oxigênio e gás carbônico no sangue levando a um conseqüente quadro de estresse (AGOSTINI et al., 2011).

Segundo Palermo-Neto (2002), a utilização da ractopamina em suínos e bubalinos, leva a um aumento nos níveis sanguíneos de lactato, constituindo dessa forma um forte indicador da ocorrência de glicogenólise muscular com a utilização desse β -agonista.

De acordo com Marchant-Ford et al. (2003), após a utilização da ractopamina durante quatro semanas em suínos de terminação, observou-se um aumento significativo nos valores de adrenalina e noradrenalina em relação aos animais do grupo controle. Observou-se um aumento na frequência cardíaca, o que levou ao estresse, conseqüentemente dificultando o manejo, uma vez que os animais ficaram mais ativos e alertas. Com o estresse, há uma ativação do sistema nervoso simpático e do eixo hipotalâmico-hipófise-adrenal, levando a um aumento do β -adrenérgico natural, adrenalina, na circulação, ou seja, a utilização da ractopamina em suínos na fase de terminação tem potencial de estimular respostas típicas do estresse.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no setor de suinocultura da Escola Estadual Jerônimo Pontello, localizada no município de Couto de Magalhães de Minas, MG.

Foram utilizados 32 suínos (16 machos e 16 fêmeas) híbridos comerciais originados de linhagens geneticamente selecionadas para deposição de carne magra com idade média de 130 dias, peso médio inicial de $88,0 \pm 4,0$ kg e final de $109,5 \pm 5,0$ kg.

Os animais foram distribuídos em um delineamento experimental inteiramente ao acaso, recebendo quatro dietas experimentais (níveis de ractopamina: 4, 8, 12 e 16 ppm) com quatro repetições e dois animais (1 macho e 1 fêmea) por unidade experimental, durante um período de 14 dias.

Os suínos foram alojados em galpão de alvenaria com piso de concreto, coberto com telhas de amianto em duas águas e pé direito de 3,00m. Nas baias tinham comedouros e bebedouros de alvenaria e área efetiva de $1,5 \text{ m}^2/\text{animal}$.

Durante o período experimental, as temperaturas e as umidades relativas do ambiente foram monitoradas diariamente às 08:00, 10:00, 14:00 e 16:00 horas, por meio de um conjunto de instrumentos (termômetros de bulbo seco e bulbo úmido, termômetro de máxima e de mínima, termômetro de globo negro e anemômetro digital), os quais foram instalados no centro do galpão, mantidos à meia altura do corpo dos animais. De posse dos valores registrados foi calculado o índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) segundo Buffington et al. (1981), caracterizando o ambiente térmico em que os animais foram mantidos.

As dietas experimentais (Tabela 1), isoenergéticas e isotróficas, foram formuladas à base de milho e farelo de soja, suplementadas com minerais e vitaminas de forma a atender as exigências nutricionais de suínos em terminação, conforme recomendações das Tabelas Brasileiras (ROSTAGNO et al., 2011). Os níveis de ractopamina foram obtidos a partir da sua inclusão em substituição do inerte. O nível utilizado foi de 1,06 % de lisina digestível, de acordo com Mitchell et al. (1991) e Xiao et al. (1999) suínos tratados com ractopamina precisam consumir 30% a mais de lisina para atingirem resultados significativos de desempenho e característica de carcaça.

As dietas e a água foram fornecidas à vontade aos animais durante todo o período experimental. Os resíduos e as sobras foram coletados diariamente e pesados semanalmente, para determinação do consumo de ração. Os animais foram pesados individualmente, no

início e no final do período experimental, para avaliação do ganho de peso e cálculo da conversão alimentar.

Tabela 1. Composição centesimal das dietas experimentais

Ingredientes	Níveis de ractopamina (ppm)			
	4	8	12	16
Milho (7,88%PB)	73,871	73,871	73,871	73,871
Farelo de soja (45%PB)	23,333	23,333	23,333	23,333
Fosfato bicálcico	0,810	0,810	0,810	0,810
Calcário	0,558	0,558	0,558	0,558
Premix mineral ¹	0,100	0,100	0,100	0,100
Premix vitamínico ²	0,100	0,100	0,100	0,100
Sal comum	0,354	0,354	0,354	0,354
L-Lisina HCL	0,432	0,432	0,432	0,432
DL-Metionina	0,154	0,154	0,154	0,154
L-Treonina	0,188	0,188	0,188	0,188
Cloridrato de ractopamina ⁴	0,020	0,040	0,060	0,080
Inerte	0,080	0,060	0,040	0,020
TOTAL	100,000	100,000	100,000	100,000
Composição calculada³				
Proteína bruta (%)	17,01	17,01	17,01	17,01
EM (kcal/kg)	3.230	3.230	3.230	3.230
Lisina total (%)	1,159	1,159	1,159	1,159
Lisina digestível (%)	1,060	1,060	1,060	1,060
Met+Cist digestível (%)	0,636	0,636	0,636	0,636
Metionina digestível (%)	0,385	0,385	0,385	0,385
Treonina digestível (%)	0,724	0,724	0,724	0,724
Cálcio (%)	0,512	0,512	0,512	0,512
Cloro (%)	0,267	0,267	0,267	0,267
Fósforo disponível (%)	0,253	0,253	0,253	0,253
Sódio (%)	0,160	0,160	0,160	0,160

¹ Conteúdo por quilograma: Cálcio, 98,800mg; Cobalto, 185mg; Cobre, 15,750mg; Ferro, 26,250mg; Iodo, 1,470mg; Manganês, 41,850mg; Zinco, 77,999mg.

² Conteúdo por quilograma: Ácido fólico, 116,55mg; Ácido pantotênico, 2.333,5mg; Biotina, 5,28mg; Niacina, 5.600mg; Piridoxina, 175mg; Riboflavina, 933,3mg; Tiamina, 175mg; Vit. A, 1.225.000 U.I.; Vit. D3, 315.000 U.I.; Vit. E, 1.400mg; Vit. K3, 700mg; Vit. B12, 6.825mg; Selênio, 105mg; antioxidante: 1.500mg.

³ Composição calculada segundo as Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos, editadas por ROSTAGNO (2011).

⁴ Cloridrato de ractopamina 0,1%.

No início e no final do experimento, após as pesagens dos animais, foram tomadas medidas de espessura de toucinho, profundidade de lombo e porcentagem de carne magra em todos os animais utilizando-se um equipamento portátil de ultra-som (Piglog 105R). As medidas ultrasônicas foram tomadas a partir de pontos de leitura do equipamento obtidos sempre do lado esquerdo do animal em locais pré-definidos. A primeira tomada foi realizada a

6,5 cm da linha dorso-lombar e a 6,5 cm da última costela na direção caudal, obtendo-se nesse ponto a espessura de toucinho no ponto P_1 (ETP_1); a segunda medida foi tomada a 6,5 cm da linha dorso-lombar e a 6,5 cm da última costela na direção cranial, obtendo-se nesse ponto a espessura de toucinho no ponto P_2 (ETP_2). Nestes mesmos locais foi mensurada a profundidade de lombo (PL) e estimada a porcentagem de carne magra (PCM). Os preditores utilizados pelo equipamento para estimar a porcentagem de carne magra foram a ETP_1 , ETP_2 e PL. Com os dados registrados no início e no final do período experimental foi calculada a taxa de deposição de carne magra diária (DCMD) conforme técnica descrita por AROUCA et al. (2004).

A partir do sétimo dia do período experimental, em dias alternados, foram obtidos os parâmetros fisiológicos dos animais registrando-se as temperaturas de superfície da pele, temperatura retal e frequência respiratória (obtida pela contagem dos movimentos do flanco do animal), uma vez ao dia, na parte da manhã. A temperatura superficial foi obtida por meio de termômetro a laser, sem contato, com a média das medidas realizadas na nuca, na paleta e no pernil traseiro. A temperatura retal foi obtida utilizando-se termômetro clínico introduzido no reto do animal durante um minuto ou estabilização. A frequência respiratória foi obtida pela contagem dos movimentos do flanco do animal, durante 15 segundos sendo o resultado multiplicado por quatro, para obtenção dos valores de movimentos por minuto.

As análises estatísticas das variáveis de desempenho (consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar), das características quantitativas de carcaça (profundidade de lombo, espessura de toucinho, porcentagem de carne magra e deposição de carne magra diária) e dos parâmetros fisiológicos (temperatura de superfície, frequência respiratória e temperatura retal) foram realizadas utilizando-se o procedimento GLM do SAS (2002). Os graus de liberdade para níveis de ractopamina foram desdobrados em polinômios ortogonais e a estimativa do melhor nível de ractopamina foi determinada por meio de análises de regressão. Para os resultados das características quantitativas de carcaça, utilizaram-se como co-variáveis os valores correspondentes à mesma variável do início do experimento.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período experimental a temperatura média do ar registrada no interior do galpão foi de $23,7 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, a umidade relativa foi de $69,6 \pm 5,2\%$, a temperatura de globo negro foi de $24,1 \pm 0,7^{\circ}\text{C}$ e o índice de temperatura do globo e umidade (ITGU) calculado foi de $71,1 \pm 1,3$. As condições ambientais observadas se caracterizam como dentro da faixa considerada de estresse moderado. Entretanto, Sampaio et al. (2004) definiu tal condição ambiental como moderado conforto. O ITGU obtido foi próximo aos 69,1 e 69,6 verificados, respectivamente, por Tavares et al. (2000) e Sanches et al. (2010) para suínos mantidos em ambiente termoneutro. A caracterização de ambiente confortável com moderado estresse neste estudo seria em razão dos valores de temperatura do ar e de globo negro, que situaram-se ligeiramente acima do recomendado para a categoria que seria de 15 a 18°C para atender à zona de conforto térmico, porém não atingindo a marca de 27°C que seria considerada como temperatura crítica superior, conforme descrito por FERREIRA (2005). Pode se inferir que o ambiente não interferiu no desempenho dos animais.

Os resultados de peso inicial, peso final e desempenho (consumo de ração diário, ganho de peso diário e conversão alimentar) estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Peso médio inicial (PMI), peso médio final (PMF), consumo de ração diário (CRD), ganho de peso diário (GPD) e conversão alimentar (CA), de suínos em fase de terminação, recebendo dietas com diferentes níveis de ractopamina

Variável	Nível de ractopamina (ppm)				P	CV (%)
	4	8	12	16		
Peso médio inicial (kg)	87,7	88,3	87,7	88,0	-	-
Peso médio final (kg)	108,3	108,5	111,2	109,7	-	-
Consumo de diário (kg)**	3,65	3,29	3,43	3,55	0,08	5,54
Ganho de peso diário (kg)**	1,56	1,45	1,61	1,55	0,12	5,64
Conversão alimentar (kg/kg)**	2,34	2,27	2,13	2,29	0,04	4,21

**Efeito quadrático.

P= Nível de significância.

O consumo de ração diário reduziu ($P < 0,09$) de modo quadrático até o nível estimado de 11ppm de suplementação de ractopamina na dieta, correspondendo ao consumo estimado de 3,27 kg de ração diário. Esse resultado de CRD confirma o relato de Schinckel et al. (2001)

que a suplementação de ractopamina em dietas para suínos, melhora o peso final e a eficiência do consumo de alimento em carne magra, sem alterar significativamente o consumo voluntário de alimentos.

O resultado observado para o consumo de ração diário foi semelhante àqueles obtidos por alguns pesquisadores, como Yen et al. (1990) e Mimbs et al. (2005), que relataram, respectivamente, redução de aproximadamente, 10% e 7% no consumo diário de ração de suínos consumindo dietas suplementadas com ractopamina. Além disso, dietas contendo 10 ppm de ractopamina têm proporcionado redução do consumo de ração (BRUMM et al., 2004).

Segundo estudos de Aalhus et al. (1990), Watkins (1990) e Schinckel et al. (2002) foi observada diminuição do consumo de ração diário, principalmente quando os animais foram suplementados com níveis mais elevados (20 e 30ppm) de ractopamina. Entretanto, Corassa (2010), Marinho et al. (2007a), Pereira et al. (2008), Sanches et al. (2010), Almeida et al. (2010) e Ferreira et al. (2011), não observaram efeito significativo no consumo diário de ração dos animais em fase de terminação.

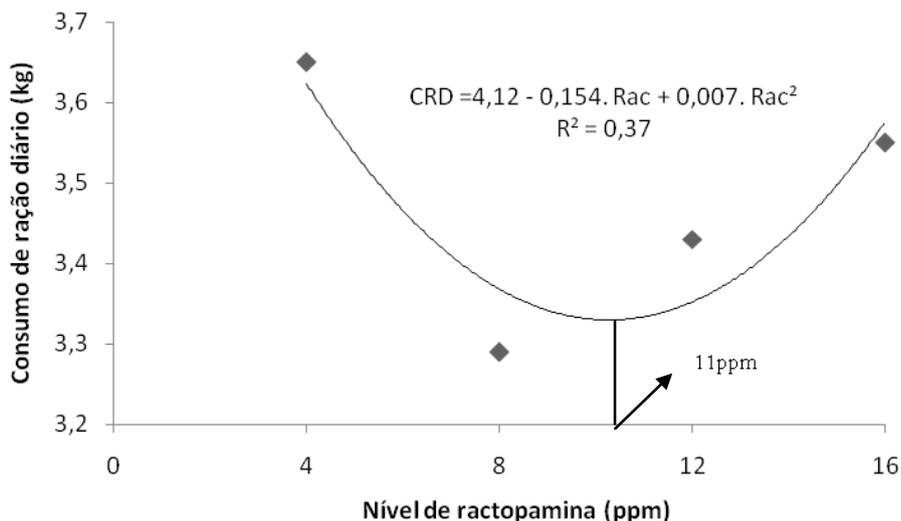


Figura 3. Consumo de ração diário de suínos em fase de terminação, recebendo dietas com diferentes níveis de ractopamina.

Os níveis de ractopamina não influenciaram ($P > 0,10$) o ganho de peso diário dos animais. O resultado obtido foi semelhante aos trabalhos de Pozza et al. (2003) e Pereira et al. (2008), onde não observaram efeito significativo sobre o ganho de peso de leitoas submetidas

à ractopamina. Resultado semelhante encontrado também por Athayde et al. (2010), onde não foi observado efeito significativo entre os tratamentos contendo 5 e 10 ppm. Contudo, Crome et al. (1996), Xiao et al. (1999), See et al. (2004), Girão et al. (2008) e Sanches et al. (2010), verificaram efeitos positivos do uso de ractopamina sobre o ganho de peso diário de suínos. Corassa et al. (2010), avaliando dois níveis de ractopamina (5 e 10 ppm), observaram maiores valores de ganho de peso diário com as dietas contendo o maior nível de ractopamina no período de 7 a 14 dias e no período total.

Embora, não significativo, verificou-se uma melhora de aproximadamente 3% no GPD quando os suínos consumiram dietas suplementadas com 12 ppm de ractopamina, consequentemente, o peso final desses animais foi 2,7% maior que daqueles consumindo dietas com 4 ppm de ractopamina. O GPD de 1,5 kg/dia observado nesse estudo foi semelhante aos verificados por Marinho et al. (2007b) que utilizando suínos em terminação consumindo dietas suplementadas com 5 ppm de ractopamina verificaram um GPD de 1,41 kg até os 21 dias e um ganho de 1,37 kg aos 28 dias. A melhora no ganho de peso dos suínos suplementados com ractopamina tem sido associada a níveis elevados de aminoácidos, principalmente lisina (Marinho et al., 2007ab). Segundo Xiao et al. (1999), dietas suplementadas com ractopamina precisam ter os níveis de aminoácidos aumentados em aproximadamente 30%, especialmente a lisina, para que a ractopamina possa ter sua ação eficiente sobre o desempenho e as características de carcaça dos suínos.

Com relação à variação de resultados em relação ao ganho de peso de suínos em fase final de terminação recebendo ractopamina, pode ser em razão das diferentes linhagens genéticas, idade, peso, dietas experimentais, período de uso e principalmente o nível de ractopamina utilizada nos diferentes trabalhos.

A modificação no consumo de ração diário, sem variação significativa no ganho de peso diário, resultou em efeito quadrático ($P < 0,05$) na conversão alimentar dos suínos de acordo com o aumento do nível de ractopamina na dieta (Figura 4), sendo que o melhor resultado de CA estimado foi de 2,09, com a inclusão de 13,2 ppm na formulação.

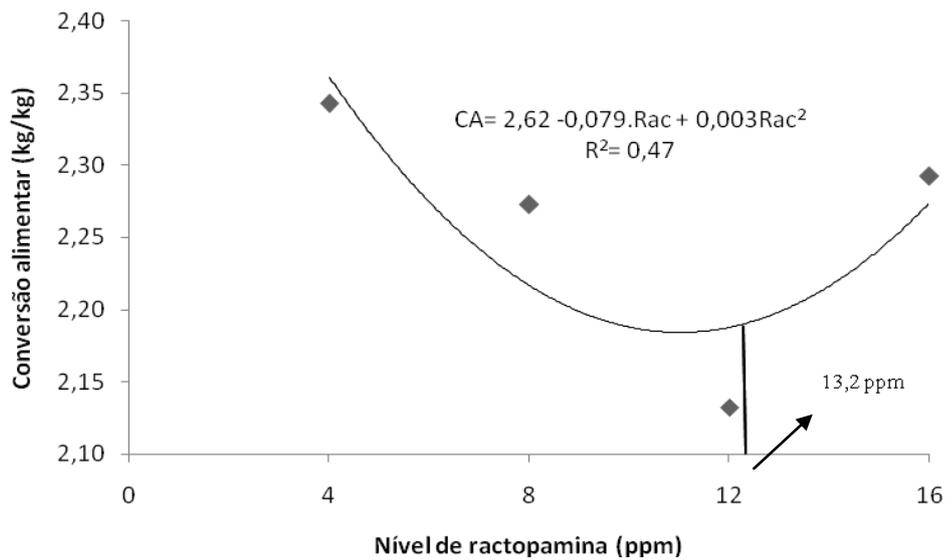


Figura 4. Conversão alimentar de suínos em fase de terminação, recebendo dietas com diferentes níveis de ractopamina.

A melhora na conversão alimentar, observada nos suínos que receberam 12 ppm de ractopamina, pode ser explicada pelo maior valor não significativo de ganho de peso observado nos animais que, apesar de não significativo estatisticamente, os suínos apresentaram ganho de peso 5,9% superior em relação à média dos demais tratamentos.

O efeito repartidor de nutrientes da ractopamina contribuiu para tal resposta, uma vez que, este efeito está associado a modificações metabólicas que promovem aumento da síntese de tecido muscular, diminuição da deposição de tecido adiposo e maior inclusão de moléculas de água durante a síntese de tecido muscular. Esse aumento na síntese protéica, por agregar aproximadamente 35% de água, é um dos principais fatores que podem explicar o melhor resultado de conversão alimentar.

Além disso a deposição de tecido muscular demanda menor aporte de energia sendo três vezes menor em relação àquela necessária à deposição de tecido adiposo (SCHINKEL et al., 2003, PEREIRA et al., 2008).

A melhora do GPD pode ser explicada pelo efeito da ractopamina sobre o organismo animal, por alterar o metabolismo com aumento da síntese protéica e bloqueio da síntese de lipídeos (SCHINKEL et al., 2003). Assim, pode-se inferir que a ractopamina altera a composição do ganho dos suínos, que depositam mais proteína e menos gordura.

De acordo com See et al. (2004), o aumento na retenção de nitrogênio e a consequente elevação na deposição de proteína, promovidos pela ractopamina, podem ser os principais

fatores que ocasionam melhora na eficiência de utilização de nutrientes pelos animais. Mimbbs et al. (2005) também observaram que o aumento do nível de ractopamina reduziu o consumo de ração, sem alterar o ganho de peso, melhorando a eficiência alimentar dos suínos. Crome et al. (1996) avaliando três concentrações de ractopamina (0, 10 e 20 ppm) para suínos machos abatidos aos 125 kg de peso, observaram menor consumo de ração diário e melhor conversão alimentar nos animais, conforme aumentaram as concentrações de ractopamina na dieta dos suínos. Já Armstrong et al. (2004) ao avaliarem dietas para suínos em terminação, contendo 0, 5, 10 ou 20 ppm de ractopamina, verificaram que os animais que receberam 10 e 20 ppm apresentaram melhor eficiência alimentar comparados aos demais, visto que o consumo de ração foi menor, sem alterar o ganho de peso. Pereira et al. (2008), observaram melhora na conversão alimentar de 15,8%, aos 21 dias e de 13,8%, aos 28 dias de tratamento.

Os resultados das características de carcaça obtidos no presente trabalho estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Característica de carcaça e deposição de carne magra diária (DCMD) de suínos em

Variável	Nível de ractopamina, (ppm)				P	CV (%)
	4	8	12	16		
Espessura toucinho P ₁ (mm) ¹	17,4	15,7	17,4	17,8	0,19	7,46
Espessura toucinho P ₂ (mm) ¹	16,7	14,0	15,5	15,1	0,46	13,67
Profundidade de Lombo, (mm) ¹	58,7	59,0	59,7	59,4	0,89	5,23
Porcentagem de carne magra (%) ¹	55,0	57,2	55,8	56,1	0,45	2,82
DCMD (g/dia)**	709,4	947,9	962,2	890,6	0,04	15,74

¹Valores ajustados pelas mesmas variáveis medidas no início do experimento.

** Efeito quadrático.

P= Nível de significância.

fase de terminação, recebendo dietas com diferentes níveis de ractopamina

Não houve efeito ($P > 0,05$) dos tratamentos sobre a espessura de toucinho nos pontos P₁ e P₂ (ETP₁ e ETP₂), profundidade de lombo (PL) e porcentagem de carne magra (PCM).

Por outro lado, efeitos positivos com o uso da ractopamina sobre a redução da espessura de toucinho, aumento da profundidade de músculo e porcentagem de carne magra foram verificados por (Pereira et al., 2008; Sanches et al., 2010). Isso ocorre porque a ractopamina proporciona redução da síntese de ácidos graxos no tecido adiposo, ao mesmo tempo em que há aumento na síntese de proteína no músculo (Schinckel et al., 2003). Além disso, sabe-se que a ractopamina liga-se aos receptores de membrana e dispara uma série de eventos que levam ao aumento no diâmetro das fibras musculares (AALHUS et al., 1990).

Marinho et al. (2007b) ao avaliarem a adição de 0 e 5 ppm de ractopamina na dieta para suínos abatidos aos 120 kg, também não observaram efeito sobre a espessura de toucinho, a profundidade de lombo e a porcentagem de carne magra. Do mesmo modo, Aalhus et al. (1990), avaliando a adição de 10 ppm de ractopamina durante 28 dias, não observaram efeitos positivos da adição da ractopamina sobre as características de carcaça. Os resultados observados de espessura de toucinho são semelhantes aos encontrados por Adeola et al. (1990), Stites et al. (1991) e Almeida et al. (2010). Utilizando suínos em terminação alimentados com 20 ppm de ractopamina na dieta. Adeola et al. (1990) não observaram diminuição da espessura de toucinho. Entretanto, a diminuição da espessura de toucinho foi observada em experimentos de vários autores que utilizaram ractopamina para suínos em terminação (Uttaro et al., 1993; Crome et al., 1996; Budiño et al., 2005; Mimbs et al., 2005 e Cantarelli et al., 2009) que observaram redução média de 20,34% na espessura de toucinho com a suplementação de 5 ppm de ractopamina. Sanches et al. (2010) observaram redução linear na espessura de toucinho de 2,6; 14,5 e 31,6% respectivamente para os níveis de 5, 10 e 20 ppm em relação ao grupo não suplementado. A diferença observada para espessura de toucinho em diversos trabalhos pode ter ocorrido provavelmente pela diferença no potencial genético para deposição de carne magra dos animais utilizados, uma vez que o potencial genético está diretamente relacionado com a deposição de gordura na carcaça.

Em relação à profundidade de lombo, também não houve ($P>0,10$) efeito dos tratamentos. Resultados semelhantes foram encontrados por Adeola et al. (1990), Aalhus et al. (1990) e Marinho et al. (2007b). No entanto, Sanches et al. (2010), observaram um aumento de 11,2 e 11,6% para os níveis de 5 e 10 ppm respectivamente.

Ao se analisar a porcentagem de carne magra, observa-se resultados semelhantes no trabalho de Corassa et al. (2010), em que foram avaliados dois níveis de ractopamina (5 e 10 ppm) e não foram observadas diferenças entre os tratamentos. Já Cantarelli et al. (2009) encontraram aumento de 3,37% na porcentagem de carne magra com suplementação de 5 ppm, enquanto Sanches et al. (2010), encontraram um aumento de aproximadamente 1,3; 1,5; 3,5% na porcentagem de carne magra dos suínos que receberam 5, 10 e 20 ppm, respectivamente.

Com a inclusão de ractopamina nas dietas, foi constatado efeito quadrático ($P<0,05$) na deposição de carne magra diária (DCMD) dos suínos (Figura 5).

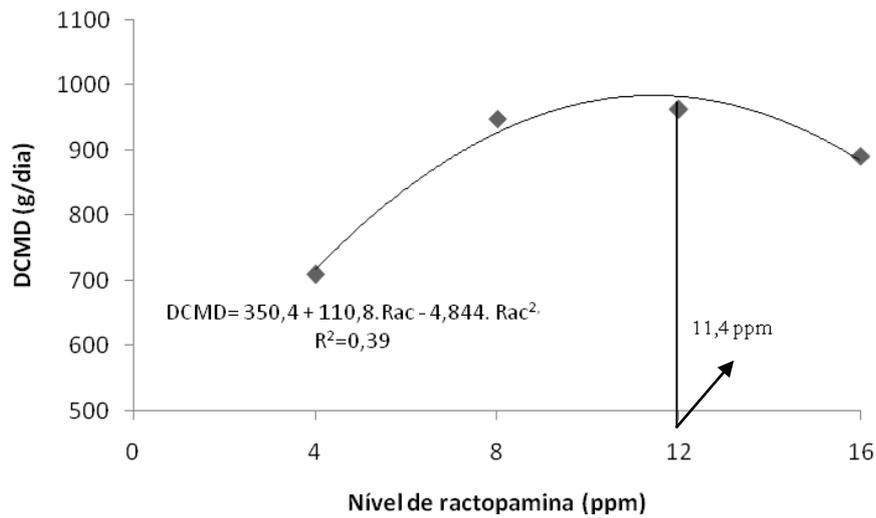


Figura 5. Deposição de carne magra diária de suínos em fase de terminação, recebendo dietas com diferentes níveis de ractopamina.

Embora o uso de ractopamina não tenha apresentado efeito sobre a porcentagem de carne magra, foi observada efeito ($P < 0,05$) de modo quadrático sobre a deposição de carne magra diária (DCMD) que aumentou até o nível estimado de 11,4 ppm, correspondendo a uma deposição de 984,0 gramas de carne magra por dia, correspondendo à uma melhora de aproximadamente 13,3% em relação à média dos demais tratamentos.

A maior DCMD decorreu, provavelmente, em razão da melhor conversão alimentar observada nos animais que receberam dieta com 12 ppm de ractopamina, associados ao fato do melhor valor numérico (não significativo) de ganho de peso diário observado. Pode-se inferir que houve alteração na composição do ganho dos animais em função da suplementação de ractopamina, ou seja, os animais que consumiram dietas contendo 12 ppm de ractopamina depositaram mais carne magra e menos gordura que os suínos que receberam os demais tratamentos. Isso pode ter ocorrido em razão da alteração na partição dos nutrientes pela ação da ractopamina, que resultou em uma mudança no metabolismo de proteínas e lipídios do organismo animal, com aumento na deposição de proteína em detrimento à deposição lipídica (MARINHO et al., 2007b). Outra provável justificativa para este resultado pode ser a eficiência do uso de lisina para ganho de peso (EULG). Os animais que receberam dieta com o nível de 12 ppm de ractopamina, apresentaram maior EULG, sendo que para cada grama de lisina consumida por dia, foi alcançado um ganho de peso de 44 gramas.

Os resultados obtidos foram superiores àqueles encontrados por Watkins et al. (1990), que observaram que a deposição de carne magra de suínos alimentados com o nível de 10 ppm melhorou cerca de 9%, quando comparados com o grupo controle. Já Marinho et al. (2007b), ao trabalharem com a adição de 5 ppm de ractopamina para suínos em terminação, encontraram um aumento de 103 gramas/dia, correspondente a um aumento 13,75% em relação ao grupo controle.

Os resultados da frequência respiratória, temperatura retal, temperatura de pernil, temperatura de paleta, temperatura de nuca e temperatura superficial estão apresentados na Tabela 4.

Variável	Nível de ractopamina,(ppm)				P	CV (%)
	4	8	12	16		
Frequência respiratória (mov./ min.)	46,6	48,4	47,6	51,2	0,225	30,4
Temperatura retal (°C)*	38,8	38,9	39,0	39,0	0,003	0,67
Temperatura de pernil (°C)*	33,0	33,5	33,2	33,9	0,068	4,76
Temperatura de paleta (°C)*	33,3	33,6	33,7	34,0	0,088	4,76
Temperatura de nuca (°C)*	33,5	34,1	34,1	34,2	0,051	4,38
Temperatura superficial (°C)*	33,3	33,7	33,7	34,0	0,039	4,06

*Efeito linear .

P= Nível de significância.

Tabela 4- Parâmetros fisiológicos de suínos em fase de terminação, recebendo dietas com diferentes níveis de ractopamina

Não houve efeito ($P>0,05$) dos tratamentos sobre a frequência respiratória dos suínos. Apesar de não ter ocorrido diferença significativa sobre a frequência respiratória, nota-se tendência de aumento, não significativo, à medida que aumentou o nível de ractopamina. Estes resultados são semelhantes aos de Agostini et al. (2011), que não observaram diferença significativa na frequência respiratória de suínos alimentados com 0, 10 e 20 ppm de ractopamina na dieta. Marchant-Forde et al. (2003) avaliando suínos tratados com 0 e 10 ppm de ractopamina observaram diferença significativa na frequência cardíaca.

A ractopamina, por ser uma substância de estrutura análoga às catecolaminas (adrenalina e noradrenalina), pode causar alterações metabólicas nos animais, determinando aumento na frequência cardíaca, que por sua vez pode provocar mudanças na frequência respiratória, fato este não ocorrido com os suínos no presente trabalho.

Observou-se que os níveis crescentes de ractopamina nas dietas, promoveram aumento linear ($P < 0,05$) na temperatura retal e temperatura superficial (Figura 6 e figura 7).

Segundo Stahly (1991), a dimensão das respostas dos agonistas β -adrenérgicos está ligada à dose aplicada, ao tipo de droga utilizada e à duração do tratamento, ou seja, suínos alimentados com diferentes níveis de ractopamina podem apresentar resultados distintos com relação ao desempenho, às características de carcaça e de carne e aos parâmetros fisiológicos. Dentre os parâmetros fisiológicos está a temperatura retal e superficial que elevaram com o aumento do nível de ractopamina. Nota-se que a ractopamina por ser uma estrutura análoga às catecolaminas causa uma mudança no estado fisiológico dos animais, conseqüentemente, levando ao aumento das temperaturas, fato este comprovado no presente trabalho. Com isso pode se inferir que, com o aumento da temperatura retal e superficial e a não diferença significativa da frequência respiratória, os animais não foram hábeis em dissipar este calor para o ambiente via frequência respiratória. Porém, a FR apresentou sim um aumento não significativo, talvez esta resposta não significativa possa ter ocorrido devido ao elevado coeficiente de variação desta variável.

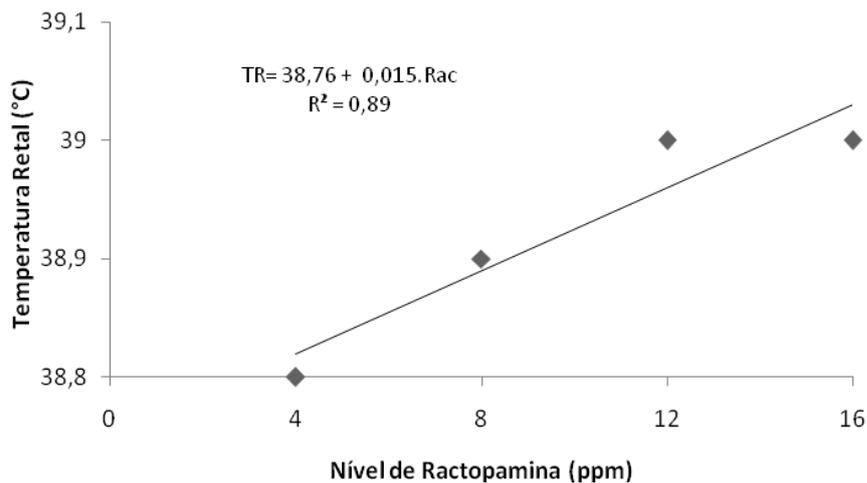


Figura 6. Temperatura retal de suínos em fase de terminação, recebendo dietas com diferentes níveis de ractopamina.

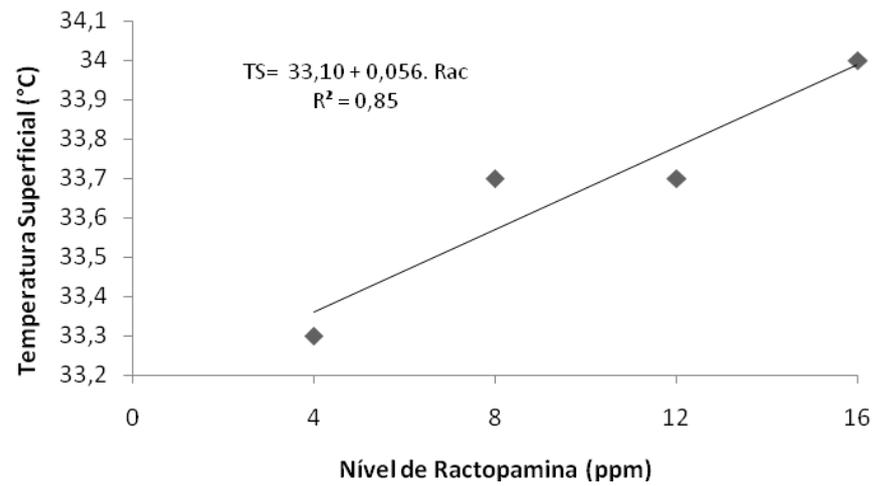


Figura 7. Temperatura superficial de suínos em fase de terminação, recebendo dietas com diferentes níveis de ractopamina.

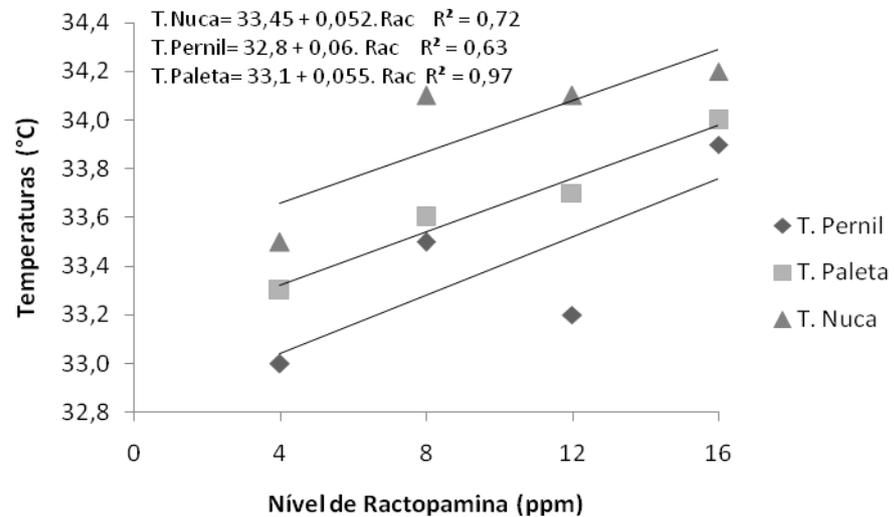


Figura 8. Temperatura de pernil, temperatura de paleta e temperatura de nuca de suínos em fase de terminação, recebendo dietas com diferentes níveis de ractopamina.

5. CONCLUSÃO

A suplementação de 13,2 e 11,4 ppm de ractopamina em dietas para suínos em terminação, durante 14 dias pré-abate, proporcionam melhores resultados de conversão alimentar e deposição de carne magra diária respectivamente, desde que o nível de lisina digestível seja aumentado em 30%. Com o aumento nos níveis observam-se moderadas alterações fisiológicas, no entanto, sem afetar o desempenho dos animais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AALHUS, J.L.; JONES, S.D.; SCHAEFER, S.D.M. et al. The effect of ractopamine on performance, carcass composition and meat quality of finishing pigs. **Canadian Journal of Animal Science**, 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**, v. 31, n.4 p. 397-409, 1992.

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

AGOSTINI, P.S.; SILVA, C.A.; BRIDI, A.M.; ABRAMI, R.A.M.; PACHECO, G.D.; LOZANO, A.P.; YWAZAKI, M.S.; DALTO, D.B.; GAVIOLI, D.F.; OLIVEIRA, E.R.; BONAFÉ, E.G.; SOUZA, N.E.; VISENTAINER, J.V. Efeito da ractopamina na performance e na fisiologia do suíno. **Archivos de Zootecnia**, v.60, n.231, p.659-670, 2011.

ALMEIDA, V.V.; BERENCHTEIN, B.; COSTA, L.B.; TSE, M.L.P.; BRAZ, D.B.; MIYADA, V.S. Ractopamina, cromo-metionina e suas combinações como aditivos modificadores do metabolismo de suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.9, p.1969-1977, 2010.

APPLE, J. K., MAXWELL, C. V., et al. Effects of dietary lysine and energy density on performance and carcass characteristics of finishing pigs fed ractopamine. **Journal of Animal Science**, v.82, n. 11, p.3277-3287. 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**, v. 82, n. 11, p. 3245-3253, 2004.

AROUCA, C.L.C.; FONTES, D.O.; FERREIRA, W.M.; SILVA, M.A.; PEREIRA, F.A. Exigências de lisina, com base no conceito de proteína ideal, para suínos machos castrados selecionados, de 95 a 122kg, selecionados para deposição de carne magra. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 56, n. 6, p. 773-781, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA. Disponível em: <<http://www.abipecs.org.br>>. Acesso em: 08/08/2011.

ATHAYDE, N.B. **Desempenho, qualidade de carne e estresse de suínos suplementados com ractopamina**. 2010. 106p. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, SP.

BARK, L.J.; STAHLY, T.S.; CROMWELL, O.L.; MIYAT, J.A. Influence of genetic capacity for lean tissue growth on rate and efficiency of tissue accretion in pigs fed ractopamina. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, p. 3391-3400, 1992.

BEERMANN, D.H. Beta-adrenergic receptor agonist modulation of skeletal muscle growth. **Journal of Animal Science**, v. 80, n.1, p. 18-23, 2002.

BELLAVER, C.; FIALHO, E.T.; FAVERO, J.A. Níveis de ractopamina na dieta e efeitos sobre o desempenho e características de carcaça de suínos em terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26, n.10, p. 1795-1802, 1991.

BERGEN, W.G.; JOHNSON, S.E.; SKJAERLUND, D.M.; BABIKER, A.S.; AMES, N.K.; MERKEL, R.A.; ANDERSON, D.B. Muscle protein metabolism in finishing pigs fed ractopamine. **Journal of Animal Science**, v. 67, n.9, p. 2255-2262, 1989.

BÖCKLEN, E.; FLAD, S.; MÜLLER, E.; VON FABER, H. Comparative determination of betaadrenergic receptors in muscle, heart and back fat of Pietran and Large White pigs. **Animal Production**, v. 43, n.2, p. 335-340, 1986.

BRIDI, A. M.; SILVA, C. A.; SHIMOKOMAKI, M. Uso da ractopamina para o aumento de carne na carcaça de suíno. **Revista Nacional da Carne**, v.1, n.307, p.91-94, 2002.

BRIDI, A.M.; OLIVEIRA, A.R.; FONSECA, N.A.N. et al. Efeito do genótipo halotano, da ractopamina e do sexo do animal na qualidade da carne suína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.2027-2033, 2006.

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

BUDIÑO, F.E.L.; THOMAZ, M.C.; NEME, R.; RUIZ, U.S.; FRAGA, A.L.; HUAYNATE, A.R.; CAVALCANTE 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 de Indústria Animal**, v. 62, n.3, p. 245-250, 2005.

BUFFINGTON, D.E. et al. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transaction of the ASAE**, v.24, n.3, p.711-714, 1981.

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

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**, v. 39, n. 3, p. 844-851, 2009.

CARR, S.N. et al. The effects of ractopamine hydrochloride on lean carcass yields and pork quality characteristics. **Journal of Animal Science**, v.83, p.2886–2893, 2005.

CORASSA, A.; LOPES, D.C.; TEIXEIRA, A.O. Desempenho, características de carcaça e composição óssea de suínos alimentados com diferentes níveis de ractopamina e fitase. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.8, p.1740-1747, 2010.

COUTINHO, L.L.; CAMERON, J.K.; ROMSOS, D.R.; MERKEL, R.A.; BERGEN, W.G. Isoproterenol, ractopamine and clenbuterol stimulate lipolysis in porcine adipocytes with different affinity and maximal rate. **Journal of Animal Science**, v. 67,n.2, p.100, 1990.

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**, v. 74, n.4, p. 709 - 716, 1996.

FÁVERO, J.A.; BELLAVER, C. Produção de carne de suínos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 2001, Campinas-SP. **Anais...**, 2001, p.2-25. Disponível em:<http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_arquivos/palestras_q7t2f5k.pdf>.

FERREIRA, R.A. **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos.:** Aprenda Fácil, 2005. 371p.

FERREIRA, M.S.S.; SOUZA, R.V., SILVA, V.O.; ZANGERÔNIMO, M.G.; AMARAL, N.O. Cloridrato de ractopamina em dietas para suínos em terminação. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.33, n.1, p. 25-32, 2011.

GIRÃO, L.V.C.; RESENDE, A.E.; CANTARELLI, V.S.; FERREIRA, L.V.; CARVALHO JÚNIOR, F.M.; SILVA, C.T.C.; LIMA, J.A.F.; FERREIRA, M.A. Desempenho de suínos pesados, machos castrados e fêmeas, durante o 14 e 28 dias de suplementação com ractopamina. PorkExpo & IV Fórum Internacional de Suinocultura. **Anais**. p.139-141, 2008.

HAESE,D.; BUNZEN, S. Ractopamina. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.02, n.6, p.183-189, 2005.

HERMSDORFF, H. H. M.; MONTEIRO, J. B. R. Gordura visceral, subcutânea ou intramuscular: Onde está o problema? **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, v.48, n.6, p.803-811, 2004.

LIU, C.Y.; MILLS, S.E. Decreased insulin binding to porcine adipocytes in vitro by betaadrenergic agonists. **Journal of Animal Science**, v. 68, n.6, p. 1603-1608, 1990.

LUDKE, J.V.; BERTOL, T.M.; SCHEUERMANN, G.N. Manejo da alimentação. In: SOBESTIANSKY, J.; et al. (Ed.) **Suinocultura Intensiva: Produção, Manejo e Saúde do Rebanho**.Embrapa-CNPSA, 1998, 388p.

LUNDSTROM, K.; DAHLBERG, E.; NYBERG, L.; SNOCHOWSKI, M.; STANDAL, N.; EDQVIST, L.E. Glucocorticoid and androgen characteristics in two lines of pigs selected for rate of gain and thickness of backfat. **Journal of Animal Science**,v. 56, n.2, p. 401-409, 1983.

MARCHANT-FORDE, J.N.; LAY JR.; PAJOR, E.A.; RICHERT, B.T.; SCHINCKEL, A.P. 2003. The effects of ractopamine on the behavior and physiology of finishing pigs **Journal of Animal Science**, v.81, p. 416-422, 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**, v. 36, n.4, p. 1061-1068, 2007a.

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**, v. 36, n.6, p. 1791-1798, 2007b.

MENDES, P.M. **Emprego de um agonista β 2 adrenérgico, a ractopamina, em diferentes esquemas de utilização, na fase final de terminação de suínos**. 2005. 50 p. Dissertação (Mestrado em Reprodução Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2005.

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

MERSMANN, H. J. Beta-adrenergic receptor modulation of adipocyte metabolism and growth. **Journal of Animal Science**, v. 80, n.1, p. 24-29, 2002.

MILLS, S.E.; LIU, C.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**, v.7, p.251-264, 1990.

MILLS, S. Biological basis of the ractopamina response. **Journal of Animal Science**, v. 80, n. 2, p.28-32. 2002.

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**, v. 83, n. 6, p. 1361-1369, 2005.

MITCHELL, A.D; SOLOMON, M.B.; STEELE, N.C. Influence of level of dietary protein or energy on effects of ractopamine in finishing swine. **Journal of Animal Science**, v. 69, n.11, p. 4487-4495, 1991.

MIYADA, V.S. Uso do conceito de proteína ideal na alimentação e nutrição de suínos. In: MATTOS, W.R.S. (Ed.). **A produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 195-201.

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

KIEFER, C.; SANCHES, J.F. Metanálise dos níveis de ractopamina em dietas para suínos em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.6, p. 1037-1044, 2009.

PAGE, K. A. et al. Beta-adrenergic receptor agonists increase apoptosis of adipose tissue in mice. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 26, n. 1, p. 23-31, 2004.

PALERMO-NETO, J. Agonistas de receptores β 2-Adrenérgicos e Produção animal. In: SPINOSA, H.S.; GORNIK, S.L.; BERNARDI, M.M. **Farmacologia aplicada à medicina veterinária**. 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p.545-557, 2002.

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**, v. 60, n. 4, p. 943-952, 2008.

POZZA, P. C., SANTOS, M. S., NUNES, R. V., OELKE, C. A., SOUZA, F. H., PETRY, L. & DUNKE, L. J. (2003). Avaliação da suplementação de ractopamina sobre o desempenho e características de carcaça de suínos fêmeas na fase de terminação. 11º Congresso Brasileiro de Veterinários Especialistas em Suínos – ABRAVES. **Anais**, p. 291-292, 2003.

RIEGEL, W.E. **Bioquímica**. 1.Ed. São Leopoldo:Ed.Unisinos, 402p., 1996.

ROSTAGNO, H.S. **Tabelas Brasileiras para aves e suínos. Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2ª Ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005.186p.

ROSTAGNO, H.S. **Tabelas Brasileiras para aves e suínos. Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3ª Ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011.252p.

RUTZ, F.; XAVIER, E.G. Agentes repartidores de energia para aves e suínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p. 201-218.

SAMPAIO, C.A.P.; CRISTANI, J.; DUBIELA, J.A.; BOFF, C.E.; OLIVEIRA, A.O. Avaliação do ambiente térmico em instalações para crescimento e terminação de suínos utilizando os índices de conforto térmico nas condições tropicais. **Ciência Rural**, v.34, n.3, p.785-790, 2004.

SANCHES, J.F.; KIEFER, C.; MOURA, M.S.; SILVA, C.M.; LUZ, M.F.; CARRIJO, A.S. Níveis de ractopamina para suínos machos castrados em terminação e mantidos sob conforto térmico. **Ciência Rural**, v.40, n.2, p.403-408, fev, 2010.

SCHINCKEL, A.P.; RICHERT, B.T.; HERR, C.T. Efeitos da ractopamina sobre o crescimento, a composição da carcaça e a qualidade dos suínos. In: II CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE A QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 2., 2001, Concórdia. **Anais...**: 2001, p.324-335.

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

SCHINCKEL, A.P.; RICHERT, B.T.; HERR, C.T. et al. Development of a model to describe the compositional growth and dietary lysine requirements of pigs fed ractopamine. **Journal of Animal Science**, v.81, n.5, p.1106-1119, 2003.

SEE, M.T.; ARMSTRONG, T.A.; WELDON, W.C. Effect of a ractopamina feeding program on growth performance and carcass composition in finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 82, n.8, p. 2474-2480, 2004.

SILVA, M.L.F.; WOLP, R.C.; AMARAL, N.O.; CARVALHO JÚNIOR, F.M.; PEREIRA, L.M.; RODRIGUES, V.V.; FIALHO, E.T. Efeito da ractopamina em rações com diferentes níveis de lisina sobre as características de carcaça de suínos machos castrados e fêmeas. PorkExpo & IV Fórum Internacional de Suinocultura. **Anais**. p.111-113, 2008.

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

SQUIRES, E. J. *et al.*. The role of growth hormones, β -adrenergic agents and intact males in pork production: a review. **Canadian Journal of Animal Science**. v. 73, n.1, p. 1-23. 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**. p. 103-117, 1991

STAHL, C.A.; CARLSON-SHANNON, M.S.; WIEGAND, B.R.; MEYER, D.L.; SCHMIDT, T.B.; BERG, E.P. The influence of creatine and high glycemic carbohydrate on the performance and meat quality of market hogs fed ractopamine hydrochloride. **Meat Science**, v. 75, p. 143-149, 2007.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **SAS user's guide**. Cary: SAS Institute, 2002. 1686p.

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**, v. 69, n. 8, p. 3094-3101, 1991.

TAVARES, S.L.S.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Influência da temperatura ambiente sobre o desempenho e parâmetros fisiológicos de suínos machos castrados dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.199-205, 2000.

TRAPP, S.A.; RICE, J.P.; KELLY, D.T. et al. Evaluation of four ractopamine use programs on pig growth and carcass characteristics. **Purdue University: Swine Research Report**, p.62-71, 2002.

TRINDADE NETO, M.A.; KRONKA, R.N.; BARBOSA, H.P, SORDI, M.P, SCHAMMASS, E.A. Níveis de lisina para suínos na fase inicial-ii do crescimento,

Desempenho e retenção de nitrogênio; efeitos subseqüentes na Terminação. **Boletim da Indústria Animal**, v.57, n.1, p75-84, 2000.

WARRIS, P.D. et al. Interactions between the beta-adrenergic agonist salbutamol and genotype on meat quality in pigs. **Journal of Animal Science**, v.68, p.3669-76, 1990.

WATKINS, L.E.; JONES, D.J; MOWREY, D.H.; ANDRESON, 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**, v. 68, n.11, p. 3588-3595, 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**, v.84, n.3, p.720-732, 2006.

WEBSTER, M.J.; GOODBAND, R.D.; TOKACH, M.D.; UNRUH, J.A.; NELSSSEN, J.L.; DRITZ, S.S.; REAL, D.E.; DeROUCHEY, J.M.; WOODWORTH, J.C.; MARSTELLER, T.A. Interactive effects between Paylean™ (ractopamine HCl) and dietary lysine on finishing pig growth performance, carcass characteristics and tissue accretion. **Journal of Animal Science**, v. 80, n.1, p. 187-196, 2001.

WILLIAMS, N.H.; CLINE, T.R.; SCHINCKEL, A.P.; JONES, D.J. The impact of ractopamina, energy intake, and dietary fat on finisher pig growth performance and carcass merit. **Journal of Animal Science**, v. 72, n.12, p. 3152-3162, 1994.

WOOD, J.D.; WISEMAN, J.; COLE, D.J.A. Control and manipulation of meat quality. In: COLE, D.J.A.; WISEMAN, J.; VARLEY, M.A. (Eds.) **Principles of pig science**. London: Nottingham University Press, 1994. p.446-448, 1994.

YEN, J.T.; MERSMANN, H.J.; HILL, D.A. et al. Effects of ractopamina on genetically obese and lean pigs. **Journal of Animal Science**, v. 68, n.11, p.3705-3712, 1990.

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**, v. 71, n. 9, p. 2439-2449, 1993.

XIAO, R.J.; XU, Z.R.; CHENG, H.L. Effects of ractopamina at different dietary protein levels on growth performance and carcass characteristics in finishing pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v.79, n.1, p.119-127, 1999.