



FERNANDO MORAIS DE CARVALHO JÚNIOR

**UTILIZAÇÃO INTERMITENTE DE
RACTOPAMINA PARA SUÍNOS
EM CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO**

LAVRAS - MG

2014

FERNANDO MORAIS DE CARVALHO JÚNIOR

**UTILIZAÇÃO INTERMITENTE DE RACTOPAMINA PARA SUÍNOS
EM CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição de Monogástricos, para obtenção de título de “Mestre”.

Orientador

Dr. Vinícius de Souza Cantarelli

Coorientadores

Dr. Márvio Lobão Teixeira de Abreu

Dr. Raimundo Vicente de Sousa

**LAVRAS - MG
2014**

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Coordenadoria de Produtos e
Serviços da Biblioteca Universitária da UFLA**

Carvalho Júnior, Fernando Morais de.

Utilização intermitente de ractopamina para suínos em
crescimento e terminação / Fernando Morais de Carvalho Júnior. –
Lavras : UFLA, 2014.

69 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2014.

Orientador: Vinícius de Souza Cantarelli.

Bibliografia.

1. Agonista B-adrenérgico. 2. Nutrição. 3. Suínos - Crescimento.
I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 636.413

FERNANDO MORAIS DE CARVALHO JÚNIOR

**UTILIZAÇÃO INTERMITENTE DE RACTOPAMINA PARA SUÍNOS
EM CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição de Monogástricos, para obtenção de título de “Mestre”.

APROVADA em 25 de Julho de 2014.

Dr. Peter Bitencourt Faria	UFLA
Dr. Rony Antonio Ferreira	UFLA
Dr. Nícolas de Oliveira Amaral	IFSULDEMINAS – Machado

Dr. Vinícius de Souza Cantarelli
Orientador

**LAVRAS
2014**

*A Deus, por me guiar e me abençoar em todos os
momentos da minha vida.*

A minha família que sempre me apoiou.

*A todos os meus amigos do NESUI e da UFLA
por sempre me ajudarem nos meus projetos.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me guiar e me abençoar em todas as minhas caminhadas pela vida.

À Universidade Federal de Lavras e ao colegiado do Curso de Pós-graduação em Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Vinícius de Souza Cantarelli, pela orientação, apoio e principalmente confiança durante realização deste trabalho.

Aos professores Márcio, Márvio, Raimundo, Rony e Peter pela colaboração e esclarecimento das dúvidas.

Aos funcionários do Setor de Suinocultura, Helio Rodrigues e Binho, por me ajudarem não só na condução deste experimento, mas por toda a minha trajetória no Centro Experimental de Suínos da UFLA.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, em especial, Borginho pelo auxílio no que foi necessário.

À empresa ANIMALNUTRI por conceder os animais, toda a estrutura para o desenvolvimento da pesquisa e apoio de seus colaboradores.

Ao Núcleo de Estudos de Suinocultura (NESUI), pela oportunidade de trabalhar com uma equipe sólida, em especial aos membros que me auxiliaram na condução do experimento: Arthur Orsi, Cesar Garbossa, Giane Nepomuceno, Itálo Lisboa, Juliano Queiroz, Leonardo Rocha, Letícia Mendonça e Túlio Neto. Agradeço também a todos os outros membros do NESUI que me ajudaram no experimento e a equipe do Prof. Peter por auxiliar nas análises de avaliação de carcaça e qualidade de carne.

Aos amigos da República Coice de Mula e da UFLA, pela ajuda e companheirismo durante todo o momento em que estive presente em Lavras.

À empresa Agrocerec Multimix Nutrição Animal que concedeu o tempo necessário para a conclusão deste trabalho.

BIOGRAFIA

Fernando Morais de Carvalho Júnior, filho de Fernando Morais de Carvalho e Violeta Lima Ferreira de Carvalho, nasceu em 17 de novembro de 1988, na cidade de Belo Horizonte, no estado de Minas Gerais, sendo criado em Ferros, no mesmo estado.

Em dezembro de 2006 concluiu o ensino médio no Colégio Santa Maria, em Belo Horizonte – MG.

Em setembro de 2007, ingressou na Universidade Federal de Lavras (UFLA), no curso de Medicina Veterinária, graduando-se em julho de 2012.

Em agosto de 2012, iniciou o mestrado em Zootecnia na Universidade Federal de Lavras, concentrando seus estudos na área de Produção e Nutrição de Suínos.

Em dezembro de 2013, ingressou como Consultor Técnico Comercial na empresa Agrocerec Multimix Nutrição Animal.

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito do uso intermitente da ractopamina para suínos em crescimento e terminação sobre o desempenho, características de carcaça, qualidade de carne e viabilidade econômica. O experimento foi conduzido no Centro Experimental de Suínos do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, em Lavras-MG. Foram utilizados 100 suínos distribuídos em delineamento experimental em blocos casualizados, com cinco programas e dez repetições, sendo a unidade experimental representada por dois animais (um macho e uma fêmea). O período experimental foi de 84 dias, sendo que os animais iniciaram o teste aos 80 dias de vida e foram abatidos aos 164 dias de vida. Os programas foram assim divididos: P1) período total sem RAC; P2) período com RAC (80 aos 100 dias; e 136 aos 163 dias) e sem RAC (101 aos 135 dias); P3) período com RAC (108 aos 128 dias; e 136 aos 163 dias) e sem RAC (80 aos 107 dias; e 129 aos 135 dias); P4) período com RAC (136 aos 163 dias) e sem RAC (80 aos 135 dias); P5) período com RAC (80 aos 100 dias; 108 aos 128 dias; e 136 aos 163 dias) e sem RAC (101 aos 107 dias; 129 aos 135 dias). As rações foram formuladas para atender às exigências da fase crescimento (80 a 107 dias) ou terminação (108 a 163). Quando as dietas foram acrescidas de RAC (10 ppm) houve o aumento de 18,26% de aminoácidos e de 10% na proteína bruta. Os suínos foram pesados ao início e final de cada período (80, 101, 108, 129, 136, 164) para mensuração dos índices de desempenho. Antes das pesagens os animais foram submetidos a jejum sólido de 12h. O abate ocorreu aos 164 dias de vida para avaliação das características de carcaça e qualidade de carne. No período de 80 a 100 dias, o P2 e P5 apresentaram melhor GPD e PV. O P5 apresentou menor CA comparado ao P4. Na fase de 80 a 107 dias o P2 e P5 obtiveram melhor GPD. Com relação ao PV o P5 teve peso superior ao controle. Na fase de 80 a 128 dias P3 e P5 apresentaram GPD e PV superior ao controle e o P5 obteve menor valor de CA. Na fase de 80 a 135 dias não houve diferença estatística para nenhuma variável. Na fase de 80 a 163 dias o P4 teve a menor CA. Com relação à viabilidade econômica as rendas bruta e líquida foram iguais e o P2, P3 e P5 tiveram maior custo total. Para as características de carcaça o P5 apresentou melhor PCF e IB. Para as outras variáveis de características de carcaça e de qualidade de carne não houve diferença estatística relativa aos programas. Com os resultados obtidos conclui-se que a RAC utilizada de maneira constante por 28 dias apresenta maior CA, em relação ao modo intermitente e ao controle. Porém, a RAC atua em fases anteriores a de terminação (80 aos 100 e 108 aos 129 dias de vida) melhorando o GPD e a CA. A utilização de RAC por mais de uma fase aumenta o custo total e a RAC utilizada em três fases (P5) aumenta o PCF e o IB.

Palavras-chave: Agonista B-adrenérgico. Nutrição. Suínos. Crescimento.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of intermittent use of ractopamine for growing and finishing swine on performance, carcass characteristics, meat quality and economic viability. The experiment was conducted at the Experimental Swine Station, on Animal Science Department, at Federal University of Lavras, Lavras-MG. One hundred swine were used distributed in a randomized complete block design with five treatments and ten replicates. The experimental unit represented by two animals (one male and one female). The experimental period was 84 days, and the animals started the test at 80 days of life and were slaughtered at 164 days of life. Programs were divided as follows: P1) total period without RAC; P2) period with RAC (80 to 100 days and 136 to 163 days) and without RAC (101 to 135 days); P3) period with RAC (108 to 128 days and 136 to 163 days) and without RAC (80 to 107 days and 129 to 135 days); P4) period with RAC (136 to 163 days) and without RAC (80 to 135 days); P5) period with RAC (80 to 100 days; 108 to 128 days and 136 to 163 days) and without RAC (101 to 107 days, 129 to 135 days). The diets were formulated to meet the demands of the growing phase (80 to 107 days) or termination (108 to 163 days). When the diets were increased by RAC (10 ppm), there was an increase of 18.26% of amino acid and 10% in the crude protein. The swine were weighed at the beginning and end of each period (80, 101, 108, 129, 136, 164) for measuring the performance indices. Before weighing the animals were subjected to solid fast 12-hour. The slaughter was at 164 days of life to evaluate carcass characteristics and meat quality. In the period at 80 to 100 days, P2 and P5 showed better ADG and LW. The P5 showed lower FCR compared to P4. In phase 80 to 107 days, the P2 and P5 had better ADG regarding to the LW the P5 had higher weight control. In phase 80 to 128 days P3 and P5 had higher ADG and LW higher than the control and P5 obtained the lowest value of FCR. In phase 80 to 135 days there was no statistical difference for any variable. In phase 80 to 163 days, the P4 had the lowest FCR. With regard to economic viability the gross and net incomes were equal and the P2, P3 and P5 had higher total cost. For the carcass characteristics the P5 showed better CCW and BI. For the other variables of carcass characteristics and meat quality there was no statistical difference in programs. With the results obtained it is concluded that RAC used steadily for 28 days has a higher FCR, regarding to the intermittently way and control. However, the RAC operates in the earlier stages of finishing (80 to 100 and 108 to 129 days of life) improving the ADG and the FCR. The use of RAC for more than one phase increase the total cost and RAC used in three stages (P5) increase the CCW and BI.

Keywords: B-adrenergic agonist. Nutrition. Swine. Growth.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 Sinalização intracelular da ractopamina. $G_{\alpha s}\beta/\gamma$: proteína G estimulatória; β/γ : subunidades β e γ ; $G_{\alpha s}$: subunidade α ; GDP: guanosina difosfato; GTP: guanosina trifosfato; ATP: adenosina trifosfato; AMPc: adenosina 3',5'-monofosfato cíclico; PKA: proteína quinase dependente de AMPc; E: enzima, EPO4: enzima fosforilada.....16
- Figura 2 Etapas da dessensibilização, ressensibilização e *down-regulation* dos receptores β -adrenérgicos. $G_{\alpha i}\beta/\gamma$: proteína G inibitória; $G_{\alpha s}$: subunidade α da proteína G estimulatória; β/γ : subunidades β e γ ; GTP: guanosina trifosfato; AMPc: adenosina 3',5'- monofosfato cíclico; PKA: proteína quinase dependente de AMPc; β -ARK: quinase do receptor β -adrenérgico; P: fosforilação; MAPK: proteínas quinases ativadas por mitógenos. 1: Sequestro dos receptores β -adrenérgicos; 2: Ressensibilização; 3: Reciclagem; 4: *Down-regulation*.17

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Distribuição dos programas de fornecimento de ractopamina (RAC) do estudo com utilização intermitente de RAC para suínos em crescimento e terminação.....	30
Tabela 2 Composição centesimal, custo por kg e valores calculados das dietas experimentais para suínos dos 80 aos 163 dias de vida.....	32
Tabela 3 Desempenho de suínos alimentados com diferentes programas de fornecimento da ractopamina dos 80 aos 163 dias de vida.....	39
Tabela 4 Avaliação de carcaça de suínos, machos e fêmeas, alimentados com diferentes.....	40
Tabela 5 Avaliação de carcaça de suínos, machos e fêmeas, alimentados com diferentes programas de fornecimento de ractopamina dos 80 aos 163 dias de vida.....	42
Tabela 6 Avaliação de carcaça de suínos, machos e fêmeas, alimentados com diferentes programas de fornecimento de ractopamina dos 80 aos 163 dias de vida.....	43
Tabela 7 Avaliação das cores, do sistema CIALB, da carcaça de suínos alimentados com diferentes programas de fornecimento de ractopamina dos 80 aos 163 dias de vida.....	45
Tabela 8 Avaliação da temperatura quente, fria e do pH (após 24H) de carcaça de suínos alimentados com diferentes programas de fornecimento de ractopamina dos 80 aos 163 dias de vida.....	46
Tabela 9 Avaliação da perda por cocção, gotejamento e da força de cisalhamento de uma porção do lombo de suínos alimentados com diferentes programas de fornecimento de ractopamina dos 80 aos 163 dias de vida.....	47

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	Mecanismo de ação da ractopamina e ressensibilização dos receptores B-adrenérgicos	15
2.2	Característica de carcaça de suínos alimentados com ractopamina	18
2.3	Utilização intermitente de ractopamina	24
3	MATERIAL E MÉTODOS	29
3.1	Local	29
3.2	Animais e instalações	29
3.3	Delineamento experimental	29
3.4	Procedimento Experimental	30
3.5	Viabilidade econômica	33
3.6	Avaliação de carcaça	33
3.7	Qualidade de carne	34
3.7.1	Área de olho-de-lombo (AOL)	35
3.7.2	Temperatura e pH	35
3.7.3	Perda de peso por cocção	35
3.7.4	Força de cisalhamento	36
3.7.5	Avaliação de cor	36
3.8	Análise estatística	37
4	RESULTADOS	38
4.1	Desempenho	38
4.2	Viabilidade econômica	40
4.3	Avaliação de carcaça	40
4.4	Avaliação da qualidade de carne	44

5	DISCUSSÃO	48
5.1	Desempenho	48
5.2	Viabilidade econômica	50
5.3	Avaliação de carcaça	51
5.4	Avaliação da qualidade de carne	54
6	CONCLUSÃO	57
	REFERÊNCIAS	58

1 INTRODUÇÃO

A alimentação de suínos na fase de crescimento e terminação representa o maior valor em custo e quantidade de ração dentro do sistema de produção. Tecnologias que melhorem a eficiência alimentar e a quantidade de quilos de carne produzidos por matriz por ano têm grande impacto na rentabilidade do produtor. Uma das tecnologias que mais impactou a produtividade na suinocultura nos últimos anos foi a ractopamina (RAC), sendo a eficiência alimentar e o ganho de peso os indicadores mais influenciados pelo aditivo.

A RAC é reconhecida como um agonista beta-adrenérgico (ABA) com ação de partidor de nutrientes, pois redireciona os que seriam utilizados para a síntese lipídica no sentido de deposição de tecido magro. Devido ao seu modo de ação, o aditivo colaborou no processo da obtenção do suíno moderno, com produtos com mais carne e menos gordura, sendo uma exigência do consumidor atual.

A utilização de RAC atualmente é restrita a fase de terminação, sendo fornecida nos 21 ou 28 dias pré-abate, com ganhos satisfatórios para o produtor. No entanto, a reutilização do aditivo após uma pausa no seu uso pode ser de grande importância no sistema de produção, porém, sabe-se que com o uso da RAC por períodos prolongados (contínuos e acima de 28 dias) tem diminuição na resposta. Situações em que um lote de animais, ou parte do lote, tem que ser retidos na granja e já terem consumido a RAC por 21 ou 28 dias, são comuns, devido à exigência dos frigoríficos por determinada faixa de peso. Se ao readministrar o aditivo, após uma pausa no seu uso contínuo, e o animal responder a esse estímulo, o ganho pode ser ainda mais importante para o produtor. Por isso, a pausa no uso pode ser uma estratégia para que receptores celulares que estão dessensibilizados ou sofreram *dow-regulation*, devido à

exposição prolongada, estejam novamente sensibilizados e respondam ao novo estímulo.

Além disso, a utilização intermitente de RAC pode gerar ainda outros ganhos para o sistema de produção, pois, se houver um ganho adicional na fase de crescimento dos suínos esse ganho pode ser revertido na fase de terminação e ser maior ainda com a reutilização da RAC no período pré-abate.

Assim, com o intuito de maximizar os benefícios decorrentes da utilização de RAC, objetivou-se neste trabalho avaliar o seu uso intermitente nas fases de crescimento e terminação sobre o desempenho. As características de carcaça e qualidade de carne foram avaliadas com relação aos diferentes programas de RAC, sexo e a interação desses fatores.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Mecanismo de ação da ractopamina e ressensibilização dos receptores B-adrenérgicos

Os ABA (agonistas beta-adrenérgicos), em especial a RAC, são substâncias de estrutura análoga aos hormônios denominados catecolaminas (adrenalina e noradrenalina). São utilizados tanto na medicina humana como na veterinária, e devido ao seu potencial anabólico é empregado na produção animal como aditivo melhorador de desempenho.

Agem como modificadores do metabolismo animal, alterando a partição de nutrientes, e com isso promovem maior deposição de tecido magro e conseqüentemente reduzem o teor de gordura na carcaça de suínos em terminação (BRIDI et al., 2006).

O Mecanismo de ação da RAC ocorre por vias de sinalização, RAC/receptor, em que alterações conformacionais ocorrem no receptor β -adrenérgico após o acoplamento da RAC, iniciando o ciclo de atividade da proteína G estimulatória (Figura 1) (ALMEIDA, 2012). O processo de sinalização do receptor termina com a fosforilação de enzimas, responsáveis pela resposta celular. Essas enzimas que irão atuar no metabolismo lipídico e muscular, fazendo com que o animal tenha maior taxa de deposição muscular e menor acúmulo de tecido adiposo.

Portanto, a RAC ao se ligar aos β -receptores presentes na membrana plasmática das células musculares, aumenta a retenção de aminoácidos e potencializa a síntese proteica nessas células. A ação hipertrófica da RAC sobre o músculo esquelético pode ser mediada pelo IGF-I (Fator de crescimento semelhante à insulina-I), que atua estimulando a síntese de proteína miofibrilar pelas células musculares (ADEOLA et al., 1992). Aalhus et al. (1992) relatam

que a RAC liga-se aos receptores das membranas celulares promovendo aumento no diâmetro das fibras musculares e, simultaneamente, diminuição na lipogênese (ENGESETH et al., 1992; MERKEL et al., 1987).

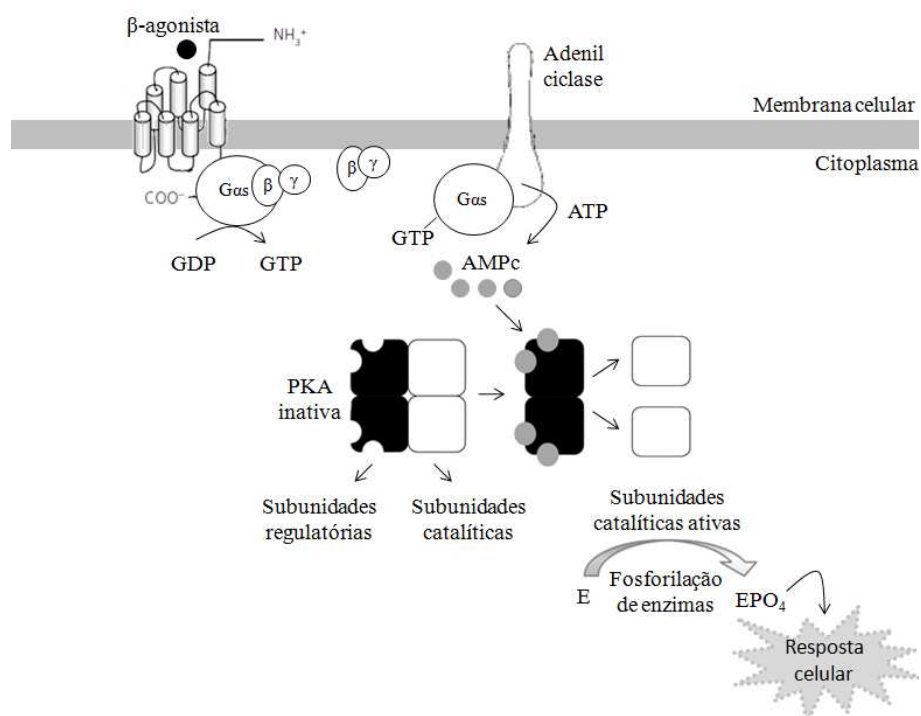


Figura 1 Sinalização intracelular da ractopamina. Gas β/γ : proteína G estimulatória; β/γ : subunidades β e γ ; Gas: subunidade α ; GDP: guanosina difosfato; GTP: guanosina trifosfato; ATP: adenosina trifosfato; AMPc: adenosina 3',5'-monofosfato cíclico; PKA: proteína quinase dependente de AMPc; E: enzima, EPO₄: enzima fosforilada.

Fonte: Adaptado de Anderson, Moody e Hancock (2005 citado por ALMEIDA, 2012)

Devido à exposição contínua das células com ABA, ocorre uma diminuição da resposta biológica, um processo conhecido como dessensibilização dos receptores (MORRIS; MALBON, 1999) e *down-regulation*.

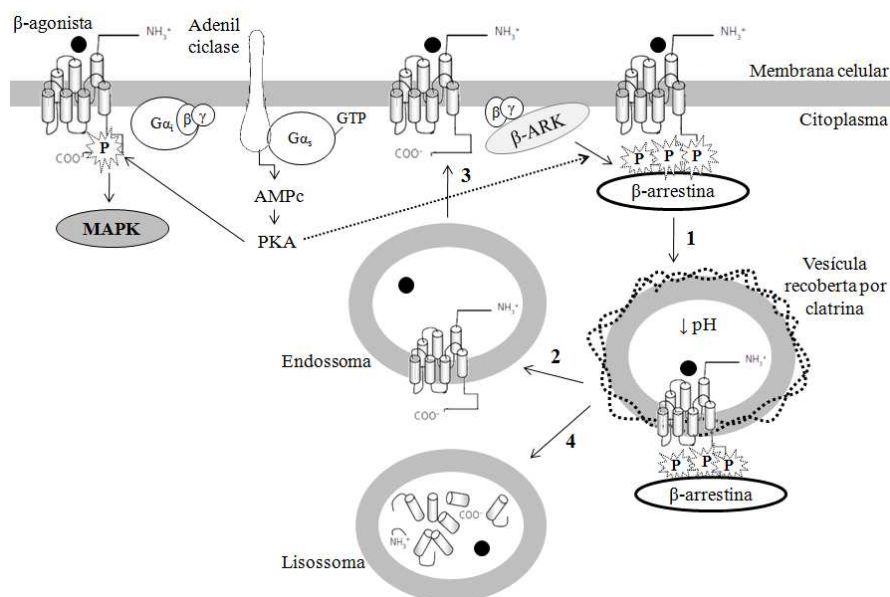


Figura 2 Etapas da dessensibilização, ressensibilização e *down-regulation* dos receptores β -adrenérgicos. $G_{\alpha i}\beta/\gamma$: proteína G inibitória; $G_{\alpha s}$: subunidade α da proteína G estimulatória; β/γ : subunidades β e γ ; GTP: guanosina trifosfato; AMPc: adenosina 3',5'- monofosfato cíclico; PKA: proteína quinase dependente de AMPc; β -ARK: quinase do receptor β -adrenérgico; P: fosforilação; MAPK: proteínas quinases ativadas por mitógenos. 1: Sequestro dos receptores β -adrenérgicos; 2: Ressensibilização; 3: Reciclagem; 4: *Down-regulation*.

Fonte: Adaptado de Benovic et al. (1988), Lefkowitz (1998), Pinto, Guida-Cardoso e Areas (2005 citado por ALMEIDA, 2012)

A recuperação da atividade dos receptores, fenômeno conhecido como ressensibilização, dá-se com a remoção do agonista (ALMEIDA, 2012). Dessa forma, os receptores internalizados são desfosforilados por fosfatases, dissociados da β -arrestina (proteína citoplasmática) e reciclados para a membrana celular, onde se tornam aptos a iniciarem novo ciclo de regulação (LHOSE et al., 1990).

Enquanto a dessensibilização refere-se à redução temporária na densidade dos β -AR presentes na superfície celular, o processo de *down-regulation* implica na diminuição do número total destes por meio da internalização, com subsequente degradação dos β -AR nos lisossomas (ALBERTS et al., 2004; LEFKOWITZ, 1998). Shenoy et al. (2001) demonstraram que o processo de *dow-regulation* é dependente da ubiquitina (proteína de sinalização) e que quando um receptor mutante foi incapaz de se ligar a essa proteína o processo de degradação dos receptores foi reduzido. Auman, Seidler e Slotkin (2002) e Auman et al. (2002) relatam que sob certas condições é vantajoso inibir esses mecanismos de homeostase e maximizar o estímulo aos receptores.

É importante destacar que a perda da atividade da RAC está associada à perda de sensibilidade ou redução no número de receptores. Para que os receptores voltem a ficar sensíveis e em quantidade ideal, e o animal possa responder ao estímulo provocado pela RAC, pode ser necessário que ocorra pausa no uso do contínuo do aditivo e, assim, a célula possa recompor o número e a sensibilidade dos receptores.

2.2 Característica de carcaça de suínos alimentados com ractopamina

Atualmente, é necessário produzir carcaças com maior porcentagem de carne magra, para atender às novas exigências do mercado consumidor. Com

isso, estudar processos que podem produzir esse tipo de alimento para os seres humanos é muito importante.

A utilização da RAC tornou-se uma das estratégias nutricionais mais bem sucedida para a modificação da composição da carcaça suína, especialmente com a adoção do sistema de tipificação de carcaças pelos frigoríficos (ALMEIDA, 2012).

Embora a inclusão de RAC nas dietas de suínos por 28 dias pré-abate seja normalmente utilizada (MOORE et al., 2009), a resposta máxima de crescimento animal pode ser obtida durante os primeiros 21 dias de uso do agonista (SCHINCKEL et al., 2003b; WILLIAMS et al., 1994). Curtos períodos de suplementação de RAC são suficientes para ocasionar benefícios diretos no desempenho animal, porém o fornecimento prolongado do agonista pode ser uma estratégia eficiente para melhorar a qualidade da carcaça suína (ARMSTRONG et al., 2004) e também a viabilidade econômica.

Os benefícios da inclusão de RAC na dieta têm sido descritos por vários autores, mostrando que sua utilização proporciona uma diminuição da espessura de toucinho (AMARAL et al., 2009; CANTARELLI et al., 2009), um aumento da área de olho-de-lombo (ALMEIDA et al., 2010; ARMSTRONG et al., 2004; CANTARELLI et al., 2009), maior rendimento de cortes como, por exemplo, o pernil (MARINHO et al., 2007) ou no rendimento de filezinho (AMARAL et al., 2009; CANTARELLI et al., 2008).

Kiefer e Sanches (2009) não observaram efeito dos níveis de ractopamina sobre o peso de carcaça quente e o comprimento de carcaça. Também Carr et al. (2005a) e See, Armstrong e Weldon (2004) não constataram efeito dos níveis de ractopamina sobre o comprimento de carcaça dos suínos. Por outro lado, Stoller et al. (2003) observaram que a suplementação de 10 ppm de ractopamina à dieta aumentou a área de olho-de-lombo, mas não melhorou a porcentagem de carne magra na carcaça. De acordo com os resultados obtidos

por Kiefer e Sanches (2009), é possível que as características de desempenho (ganho de peso e conversão alimentar) melhorem com 15 ppm de ractopamina e seja necessário 20 ppm para melhorar as características de carcaça, como a área de olho-de-lombo e o percentual de carne magra.

Agostini et al. (2011) trabalhando com 10 ou 20 ppm de RAC para suínos machos castrados e fêmeas, não encontraram resultados sobre o peso de carcaça quente e fria, comprimento de carcaça, espessura de toucinho, rendimento e quantidade de carne na carcaça, área de olho-de-lombo e profundidade de lombo.

Uma variável que é muito estudada para avaliar a conformação de cordeiros e caprinos e vêm sendo estudada em suínos é a compacidade de carcaça. A compacidade de carcaça é obtida pela relação entre o peso da carcaça fria e o seu comprimento, sendo utilizada para avaliar a quantidade de tecido depositado por unidade de comprimento, representando a avaliação objetiva da conformação (CUNHA; BUENO; SANTOS, 2002). Maiores valores para o índice podem ser ocasionados pela maior deposição de tecido na carcaça em relação ao comprimento interno da carcaça (MENEZES et al., 2009). Silva (2013) ao avaliar os diferentes planos nutricionais para suínos machos imunocastrados, envolvendo a adição de RAC e alterando o nível de lisina digestível não encontrou diferença sobre a compacidade de carcaça e encontrou valores variando entre 0,91 e 0,96. Portanto, a compacidade de carcaça de suínos pode ser utilizada para identificar animais que tenham maior deposição de tecidos e espera-se que essa maior deposição seja de tecido muscular.

Apesar de alguns resultados presentes na literatura serem contraditórios, no sistema de produção de suínos, esses resultados são bem conhecidos e expressivos. Com o uso da RAC para suínos em terminação, produtores e frigoríficos ao avaliarem esses animais podem observar diminuição na

espessura de toucinho, maior rendimento de carcaça e carne magra, maior área de olho-de-lombo e profundidade de lombo, entre outras melhorias.

A qualidade da carne suína é avaliada por meio de atributos sensoriais como aroma, cor, sabor, suculência e força de cisalhamento, além de atributos tecnológicos como capacidade de retenção de água, conteúdo e composição de gordura, pH inicial (45 minutos após o abate), pH final (24 horas após o abate), estabilidade oxidativa e uniformidade (ROSENVOLD; ANDERSEN, 2003).

Os efeitos da RAC sobre a qualidade da carne suína são controversos, pois alguns trabalhos indicam que não há impacto significativo na cor, marmorização, firmeza e valores de pH final (ALMEIDA et al., 2010; STITES et al., 1991; UTTARO et al., 1993). Porém, outros trabalhos indicam o efeito da RAC sobre a cor da carne, que pode acontecer em função de mudanças na composição das fibras musculares (CHANG et al., 2003; DEPREUX et al., 2002). A estimulação *ante mortem* da glicogenólise, promovida pelos agonistas adrenérgicos leva à redução da concentração do glicogênio muscular. A diminuição de glicogênio limita a acidificação normal *post mortem* (FERREIRA; BASTOS, 1994) em cerca de 0,3-0,4 unidades de pH (WARRIS; KESTIN; BROWN, 1989; WILLIAMS, 1987) devido às menores concentrações de ácido láctico muscular (FERNANDES, 1995), e constitui a explicação mais frequentemente apontada como responsável pelo escurecimento da carne, apesar da menor concentração do pigmento heme (FERREIRA; BASTOS, 1994; MOLONEY; ALLEN, 1992; WARRIS; KESTIN; BROWN, 1989, 1990) ou de uma menor quantidade de mioglobina oxigenada (SORDO; BERZAL, 1990).

Carr et al. (2009) e Patience et al. (2009) observaram que as carcaças de animais suplementados com RAC não diferiram com relação à perda de água por gotejamento. Demonstraram também que a perda de água durante a cocção foi semelhante as dos animais do grupo controle. Porém Marinho et al. (2007) e

Ramos e Silveira (2002) e afirmam que animais suplementados com ABA produzem carcaças com quantidades de água mais elevadas.

Uma meta-análise conduzida por Apple et al. (2007) mostrou que a força de cisalhamento aumentou em 4,4, 10,9 e 8,6% quando os animais foram suplementados com 5, 10 e 20 ppm de RAC, respectivamente. Através de análise sensorial, demonstrou-se a menor maciez para animais recebendo RAC, o que está de acordo com os maiores valores para a força de cisalhamento (PATIENCE et al., 2009). Um fator determinante para o aumento da força de cisalhamento é a redução da proteólise *post mortem* (BERGE et al., 1993; CORREIA, 1995; GWARTNEY; JONES; CALKINS, 1992; KOOHMARAIE; SHACKELFORD; WHEELER, 1996; KRETCHMAR et al., 1990), ou seja, menor índice de fragmentação miofibrilar que se deve ao aumento da expressão gênica relativa às isoformas da calpastatina (PARR et al., 2004). A proteólise é devida essencialmente a dois tipos de enzimas proteolíticas: as proteases dos lisossomos, catepsinas, ativas a valores de pH baixos, e as proteases cálcio-dependentes que atuam a valores de pH próximos da neutralidade, calpaínas I, ativada por micromoles de cálcio, e II, ativada por milimoles de cálcio (FERNANDES, 1995). No sistema calpaína/calpastatina, verifica-se que a atividade da calpastatina, enzima cálcio-dependente inibidora da capacidade proteolítica, permanece elevada durante a armazenagem *post mortem* produzindo, assim, uma carne mais dura (CORREIA, 1995; KOOHMARAIE; SHACKELFORD; WHEELER, 1996). Outros fatores para contribuir com o aumento da força de cisalhamento são os efeitos da rápida refrigeração, “*cold shortening*”, (FERNANDES, 1995; RIBEIRO, 1995) e o aumento da produção do tecido conjuntivo e das fibras de tipo II nos músculos (MOLONEY; ALLEN, 1992; WILLIAMS, 1989).

Bridi et al. (2006) trabalhando com suínos machos castrados e fêmeas suplementadas ou não com ractopamina verificaram que o uso de 10 ppm de

ractopamina na ração não afetou os valores de pH inicial e final da carne, a temperatura da carcaça 45 minutos após o abate, o grau de marmoreio e a maciez da carne dos suínos. Da mesma forma não verificaram diferenças sobre os parâmetros de perda de água e coloração da carne entre os suínos suplementados ou não com ractopamina. Resultados semelhantes foram encontrados por Agostini et al. (2011) que avaliaram níveis de suplementação de ractopamina (0, 10 e 20 ppm) em dietas para suínos machos castrados e fêmeas em terminação e sua influência sobre a qualidade da carne. Os autores não observaram efeito de interação da ractopamina com o sexo. Também não verificaram efeito da ractopamina no pH inicial e final da carne, na força de cisalhamento e nas perdas de água (descongelamento, gotejamento e cocção). Porém, verificaram menor valor de a^* e maior diâmetro da fibra em animais suplementados com 20 ppm de ractopamina.

Almeida et al. (2010) e Patience et al. (2009) verificaram que 5 ppm de RAC não teve efeito sobre a coloração visual. Porém, foi observado um pequeno efeito sobre a coloração da carne através do sistema de cor CIELAB, onde os valores para a coloração a^* e b^* foram menores, indicando mudança na cor, com diminuição da intensidade de cor vermelha e amarela. Garbossa et al. (2013) ao avaliar a inclusão de diferentes níveis de ractopamina (0, 5, 10, 15 e 20 ppm) em dietas para suínos em terminação verificaram menor valor de a^* em animais suplementados com 15 ppm de RAC e menor valor de b^* com a suplementação de 10 ppm de RAC. Entretanto, há estudos mostrando que a suplementação de 5, 10 ou 20 ppm de ractopamina para suínos não influenciou a coloração da carne (ARMSTRONG et al., 2004; BRIDI et al., 2006).

Valores de L^* aumentados estão diretamente relacionados ao baixo pH final da carne, decorrente do rápido consumo de glicogênio anaerobicamente, resultando em grande produção de ácido lático. O acúmulo do ácido lático iniciará a desnaturação das proteínas da carne, resultando em maior perda de

água e maior reflexão da luz, conferindo aparência pálida (JUNCHER et al., 2001).

Avaliando a qualidade de carne de suínos suplementados com 5 ppm de RAC, Almeida (2008) observou que não há influência desse aditivo sobre a qualidade de carne.

De acordo com a revisão de literatura feita pode-se dizer que a RAC melhora alguns parâmetros de características de carcaça e que os dados sobre qualidade de carne são muitos controversos.

2.3 Utilização intermitente de ractopamina

Quando os suínos são suplementados com RAC em uma dosagem constante a melhoria no ganho de peso e na conversão alimentar é maior nas primeiras duas semanas do período de alimentação quando comparada à semana três e a quatro (KELLY; TOKACH; DRITZ, 2003; SCHINCKEL et al., 2003a). A diminuição da resposta com uma dosagem constante é o resultado de dessensibilização dos receptores (SPURLOCK et al., 1994). Buscar novas alternativas de uso da RAC com o intuito de produzir repostas superiores as já existentes pode ser viável, visto que essa tecnologia permite ao suinocultor produzir animais mais pesados e com característica de carcaça em padrões ideais, obtendo maior rentabilidade.

O uso prolongado com ABA reduz a densidade e a sensibilidade dos receptores (PECQUERY; LENEVEU; GIUDICELLI, 1984). A utilização prolongada de RAC para suínos reduziu a concentração dos receptores no tecido adiposo em 28% após um dia e até 53% após oito dias, porém no músculo *Longissimus dorsi* não foi encontrada a diminuição por um período de até 24 dias (SPURLOCK et al., 1994). Esse fato pode indicar a melhor resposta do ABA ao tecido muscular.

Uma alternativa para a dessensibilização de receptores é a utilização intermitente de RAC. Dessa maneira espera-se que haja tempo suficiente para renovação dos receptores, para garantir uma melhor ação da molécula.

Neill et al. (2010) trabalharam com utilização intermitente de RAC (10 ppm) comparado ao uso convencional e a dieta sem RAC. No primeiro momento ao fornecer a RAC por 21 dias foi obtido resultado superior ao controle, porém após a retirada do aditivo o desempenho que era superior não se manteve e igualou ao controle. Os animais que receberam RAC no primeiro momento passaram por um período de descanso e ao voltar a receber o aditivo obtiveram, um resultado superior ao controle. Na avaliação por todo o período o programa intermitente e o convencional (21 dias de RAC pré-abate) obtiveram melhor GPD (ganho de peso diário) e CA (conversão alimentar), em relação ao tratamento controle e ao que foi fornecido RAC apenas no início. Com isso pode-se dizer que uma melhora de desempenho na primeira fase não teve reflexo positivo no final, já que o desempenho foi o mesmo dos animais suplementados apenas no final.

O período de descanso de 7 dias parece ser suficiente para os receptores estarem novamente responsivos. Neill et al. (2010) trabalharam com intervalo de 7 e 14 dias, sem a utilização de RAC, e não encontraram diferença entre os dois tratamentos, indicando então a eficiência do descanso de 7 dias. No entanto estudos ainda são necessários para se determinar a duração do período de descanso. Ainda não se sabe se períodos inferiores a 7 dias são suficientes. Spurlock et al. (1994) avaliaram os efeitos da alimentação de RAC sob a concentração de receptores no tecido adiposo e muscular em suínos. O autor cita que a utilização intermitente de RAC pode reduzir o processo de *dow-regulation*, principalmente nos receptores do tecido adiposo, porém o efeito da RAC intermitente no acréscimo de proteína muscular ainda é desconhecido. No entanto essa forma de uso pode melhorar a utilização da RAC de maneira geral.

De acordo com o estudo de Neill et al. (2010) essa hipótese pode ser considerada verdadeira pelos resultados obtidos em seu experimento. Segundo o mesmo autor a utilização de RAC intermitente se justifica no final do processo de produção, onde ao ser vendido um lote de suínos para o frigorífico os animais de pesos mais leves poderiam ser retidos e após um período de 7 ou 14 dias serem novamente realimentados com RAC e assim atingir o peso ideal de venda.

Outro trabalho que utilizou a RAC de maneira intermitente foi o de Sainz et al. (1993). Os autores encontram resultados semelhantes ao estudo de Neil et al. (2010). No primeiro momento em que foi fornecido o aditivo foi obtido resultado superior e após a retirada o desempenho dos animais diminuiu. O programa intermitente e o que recebeu RAC por todo o período experimental obtiveram GPD superior ao controle. Neste estudo o uso convencional tendeu a ser igual ao modo intermitente.

O estudo de Sainz et al. (1993) avaliou as características de carcaça dos animais recebendo diferentes programas de RAC e não houve diferenças entre os grupos na espessura de toucinho durante o período de alimentação. No entanto, o rendimento de carcaça foi superior com a utilização de RAC. As características de qualidade de carne também foram avaliadas e não foram afetadas pelos tratamentos, ou seja, a RAC não altera a qualidade da carne suína.

Os estudos com RAC ou ABA utilizados de maneira intermitente para suínos são escassos, porém, existem estudos semelhantes a outras espécies animal. Bruckmaier e Brum (1992) trabalharam com a suplementação de clenbuterol (ABA) para bezerros durante 28 dias e avaliaram parâmetros fisiológicos. Após 3 semanas de uso os autores constataram uma diminuição das resposta do ABA devido ao processo de dessensibilização dos receptores. Após essa constatação houve uma retirada do tratamemto por 7 dias e quando foi

reintroduzido os tratamentos os resultados foram semelhantes ao do dia 1 de suplementação do experimento. Com isso os autores concluíram que com 7 dias de intervalo de exposição do ABA os receptores já estão ressensibilizados novamente.

Avner e Noland (1978) trabalharam com broncodilatadores em ratos e forneceu os agonistas até causar dessensibilização. Em seguida interromperam o fornecimento e avaliaram os receptores 3 e 8 dias após e constataram que não houve diferença para o período, sendo três dias o suficiente para que os receptores voltassem a estar ativos.

McElligott, Barreto e Chaung (1989) trabalhando com clenbuterol (ABA) em ratos de maneira intermitente obtiveram resultado positivo no peso final e ganho de peso se comparado ao grupo controle que não recebeu o agonista. Dessa maneira a utilização de ABA de forma intermitente poderia ser viável.

Kim, Lee e Choif (1995) utilizaram um ABA em programa intermitente para ratos. Os autores tiveram um tratamento controle e outro onde foi fornecido 10 ppm do ABA por 7 dias, descanso por 7 dias e realimentação por mais 7 com ABA. O estudo demonstrou que o ABA aumentou o GPD durante o período de administração inicial de 7 dias. Quando foi retirado o ABA, não houve diferença no ganho de peso entre os dois grupos. A readministração do ABA após o período de retirada aumentou GPD até 3 dias após a readministração, mas nenhum efeito foi observado em seguida. O autor concluiu que após um período de descanso a realimentação com o ABA pode manter o ganho de peso superior.

No entanto, essa quantificação de tempo para que os receptores, principalmente a RAC, voltem a estar ativos é muito escassa e a maioria dos autores relata que esse processo pode demorar dias ou horas, não havendo um consenso em relação ao tempo exato.

A partir dessa revisão pode-se considerar que o processo de *dow-regulation* existe e afeta o desempenho dos animais tratados com ABA por períodos longos. Os estudos com utilização intermitente de RAC mostraram que sempre que utilizada os animais obtêm desempenho superior, porém ao retirar a molécula e fornecer novamente ao final de todo o processo não ocorreu uma melhora geral em relação à utilização convencional de uso. Outro dado é que os animais respondem a RAC em fases anteriores a de terminação e que após um período de interrupção de RAC e novo fornecimento os animais respondem ao tratamento. No entanto são poucos os trabalhos que tratam da utilização intermitente de RAC para suínos na literatura, sendo necessárias novas publicações para ter uma conclusão se o método é ou não viável, ainda mais tratando da utilização de RAC, uma tecnologia de grande impacto mundial na suinocultura.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local

O experimento foi conduzido na unidade de terminação do Centro Experimental de Suínos (CES) do Departamento de Zootecnia (DZO) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras, região Sul de Minas Gerais, latitude 21° 14' 30'' (S), longitude 44° 59' 59'' (O) e 910 metros de altitude. Durante o período experimental, a temperatura média foi de 19,6 °C, registrando mínimas e máximas, respectivamente, de 14,0 °C e 26,6 °C.

3.2 Animais e instalações

Foram utilizados 100 suínos (50 machos castrados e 50 fêmeas) de linhagem comercial de alto valor genético, com 80 dias de idade, e $38,30 \pm 0,92$ kg de peso vivo, alojados em galpão de crescimento e terminação com baias de piso concreto (2,3 x 1,5 m), dotadas de comedouros semiautomáticos e bebedouros tipo chupeta.

3.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (por peso), com cinco programas (Tabela 1), dez repetições, e parcela experimental representada por dois animais (1 macho e 1 fêmea), sendo os blocos constituídos pelo peso vivo inicial. O experimento teve duração de 84 dias. Para as avaliações de carcaça e qualidade de carne o delineamento experimental adotado foi o delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 5

(machos castrados e fêmeas x uso intermitente de RAC), com cinco repetições e parcela experimental representada por um animal.

Tabela 1 Distribuição dos programas de fornecimento de ractopamina (RAC) do estudo com utilização intermitente de RAC para suínos em crescimento e terminação

Período de fornecimento	Com RAC	Sem RAC	Com RAC	Sem RAC	Com RAC
	(21 dias)	(7 dias)	(21 dias)	(7 dias)	(28 dias)
Programas	Idade dos suínos (dias)				
	80-100	101-107	108-128	129-135	136-163
Programa 1	-	-	-	-	-
Programa 2	X ¹	-	-	-	X ¹
Programa 3	-	-	X ¹	-	X ¹
Programa 4	-	-	-	-	X ¹
Programa 5	X ¹	-	X ¹	-	X ¹

¹Fornecimento de 10 ppm de RAC.

3.4 Procedimento Experimental

Os animais foram alimentados *ad libitum* diariamente até o final do período experimental. As rações foram formuladas para atender às exigências da fase crescimento (80 a 107 dias) ou terminação (108 a 163) seguindo as exigências nutricionais propostas por Rostagno et al. (2011) (Tabela 2), sendo composta pela média da exigência de machos castrados (MC) e fêmeas com alto potencial genético e desempenho médio. Na tabela de exigência proposta por Rostagno et al. (2011) não consta a exigência para fêmeas na fase de terminação II. Para estimar a exigência desses animais foi obtida a relação da exigência de macho castrado na terminação II e I (ex. “exigência de proteína bruta na fase de terminação II de MC” / “exigência de proteína bruta de MC na fase de

terminação I”), esse valor foi multiplicado pela exigência das fêmeas em fase de terminação I, e com isso foi possível estimar a exigência de fêmeas suínas na fase de terminação II. Quando houve a adição de RAC foi feito o acréscimo de aminoácidos e de proteína bruta. Para os aminoácidos houve aumento aproximado de 18% nos níveis de lisina, metionina, treonina e triptofano. Esse valor de aumento foi obtido conforme sugerido por Rostagno et al. (2011, p. 203), com base na exigência de consumo de lisina digestível (em g/dia) para suínos alimentados com 10 ppm de RAC por 28 dias em contraste com os animais não suplementados. Conforme sugerido pela Associação Brasileira de Criadores de Suínos - ABCS (2014) a RAC melhora a eficiência de utilização dos nutrientes, tornando-se assim necessária a suplementação extra nos níveis de proteína e aminoácidos na dieta. Portanto, em dietas com RAC houve o aumento de 10% dos valores de proteína bruta das dietas.

A pesagem dos animais foi realizada no início e no final de cada período de recebimento de RAC, para determinação do ganho de peso diário (GPD). Para realizar a pesagem os animais passavam por jejum de 12 horas e com livre acesso à água. As rações fornecidas e o desperdício foram pesados para determinação do consumo diário de ração (CDR). Obteve-se a conversão alimentar (CA) por meio da relação entre CDR e o GPD.

Tabela 2 Composição centesimal, custo por kg e valores calculados das dietas experimentais para suínos dos 80 aos 163 dias de vida

Ingredientes (%)	Dietas Experimentais						
	Idade (dias) de fornecimento das dietas com ou sem ractopamina						
	80-100	80-100	101-107	108-135	108-128	136-163	136-163
Milho	70,446	65,267	74,712	79,224	74,862	83,522	79,662
Farelo de Soja	25,730	30,430	22,20	18,080	22,030	14,020	17,540
Óleo de soja	0,790	1,090	0,420	0,160	0,420	0,000	0,190
Fosfato Bicálcico	1,160	1,120	0,930	0,840	0,800	0,790	0,760
Calcário Calcítico	0,720	0,720	0,640	0,580	0,580	0,550	0,550
Sal	0,405	0,405	0,380	0,350	0,350	0,330	0,330
Premix Min ¹	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Premix Vit ²	0,300	0,300	0,300	0,000	0,000	0,000	0,000
Premix Vit ³	0,000	0,000	0,000	0,300	0,300	0,300	0,300
DL-Metionina 99	0,043	0,077	0,031	0,033	0,062	0,026	0,052
L-Lisina 99	0,219	0,300	0,214	0,240	0,306	0,267	0,328
L-Treonina 98	0,037	0,091	0,023	0,043	0,090	0,045	0,088
Ractosuín⁴	0,000	0,050	0,000	0,000	0,050	0,000	0,050
Custo da dieta, R\$	0,63	0,71	0,60	0,56	0,63	0,53	0,59
Composição Calculada							
PB (%)	17,18	18,90	15,94	14,42	15,86	12,92	14,21
EM (kcal/kg)	3230	3230	3230	3230	3230	3230	3230
Lisina dig. (%)	0,951	1,124	0,865	0,788	0,932	0,714	0,844
Metionina dig. (%)	0,285	0,337	0,259	0,245	0,289	0,221	0,261
Treonina dig. (%)	0,618	0,732	0,561	0,528	0,624	0,478	0,566
Triptofano dig. (%)	0,182	0,206	0,164	0,143	0,163	0,122	0,140
Fósforo disp. (%)	0,313	0,313	0,266	0,242	0,242	0,226	0,226
Cálcio (%)	0,644	0,644	0,549	0,493	0,493	0,461	0,461

¹Composição, por kg de produto: cobalto, 299,7 mg; cobre, 9.000 mg; ferro, 48 g; iodo, 659,7 mg; manganês, 21 g; zinco, 78,3 g; selênio 240,3 mg.

²Composição, por kg: ácido fólico, 192 mg; ácido pantotênico, 2.880 mg; biotina, 28,80 mg; niacina, 5.279 mg; colina, 54 g; Vit. A, 1.919.950 U.I.; Vit. B₁, 384 mg; Vit. B₁₂, 5.279 mcg; Vit. B₂, 960 mg; Vit. B₆, 720 mg; Vit. D₃, 719.980 U.I.; Vit. E 9.600 U.I.; Vit. K₃, 720 mg.

³Composição, por kg: ácido fólico, 144 mg; ácido pantotênico, 2.160 mg; biotina, 21,60 mg; niacina, 3.960 mg; colina, 36,02 g; Vit. A, 1.440.000 U.I.; Vit. B₁, 288 mg; Vit. B₁₂, 3.960 mcg; Vit. B₂, 720 mg; Vit. B₆, 540 mg; Vit. D₃, 540.000 U.I.; Vit. E 7.200 U.I.;

Vit. K₃, 540 mg.

⁴Composição: Cloridrato de Ractopamina a 2,05%.

3.5 Viabilidade econômica

Para realizar a análise de viabilidade econômica foi considerado o custo total de produção (CT), a renda bruta (RB) obtida com a venda dos animais e a renda líquida (RL).

Com base nos preços dos ingredientes das dietas (obtidos em Lavras-MG, no mês de agosto de 2014), sendo que para RAC foi considerado o valor de R\$ 55,00 por kg, e o preço do suíno da bolsa de Minas Gerais do dia 08/08/2014 (R\$ 4,10 por Kg de suíno vivo), determinou-se o custo com alimentação, durante todo o período, e o custo inicial do suíno. Para o custo com alimentação foi obtido o consumo de ração total por animal por fase, e multiplicado pelo custo da dieta, conforme Tabela 2. O custo inicial do suíno foi obtido multiplicando-se o peso vivo inicial pelo preço por kg conforme a bolsa de suínos de Minas Gerais (R\$ 4,10). Dessa forma o CT foi obtido pela soma do custo com alimentação total com o custo inicial do suíno (CT = custo inicial + custo de alimentação).

A RB foi obtida através do peso vivo do suíno aos 164 dias de vida, multiplicado pelo valor do kg do suíno vivo, de acordo com a bolsa de suínos de Minas Gerais. Após a obtenção do CT e da RB, a RL foi obtida pela subtração dos dois valores.

3.6 Avaliação de carcaça

No final do experimento, aos 163 dias de idade dos animais eles passaram por um período de jejum de 12 horas, com livre acesso à água. Após esse período os animais foram pesados e encaminhados para o abate (164 dias de idade). No momento do abate os animais foram insensibilizados por

eletroanestesia e posteriormente a sangria. A seguir, foi feita uma abertura na cavidade abdominal por uma incisão ventral, seguida de evisceração e pesagem. Foi feita a avaliação de carcaça de apenas 50 animais, sendo metade macho castrado e a outra metade fêmea. Os animais avaliados foram dos últimos cinco blocos.

Para avaliação de carcaça foi realizada a pesagem antes e após o resfriamento, durante 24 horas, para determinação das perdas por gotejamento (PG), peso de carcaça quente (PCQ), peso de carcaça fria (PCF), rendimento de carcaça (RC), rendimento de carne na carcaça resfriada (RCCR), espessura de toucinho (ET), profundidade de lombo (PL), área de olho-de-lombo (AOL), comprimento de carcaça (CC) e compacidade de carcaça (CompC) de acordo com Bridi e Silva (2009). Segundo o mesmo autor o RCCR é obtido pela seguinte fórmula: $RCCR (\%) = 65,92 - [(0,685 \times \text{espessura de toucinho (mm)} + (0,094 \times \text{profundidade do músculo (mm)}) - (0,026 \times \text{peso da carcaça resfriada (kg)})]$. O índice de bonificação (IB) foi calculado utilizando a fórmula $IB = 23,6 + 0,286 * PCQ + RCCR$, onde PCQ = a peso de carcaça quente e RCCR = rendimento da carne na carcaça resfriada (GUIDONI, 2000).

3.7 Qualidade de carne

Após resfriamento das carcaças por 24 horas após o abate, foram retiradas as amostras do músculo *Longissimus dorsi* (Lombo) das meias-carcaças esquerdas para análises subsequentes.

Os cortes foram identificados e transportados sob refrigeração para o Laboratório Central de Análises do Departamento de Ciências dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras. De cada animal foram retiradas duas fatias do músculo *Longissimus dorsi* de aproximadamente 3 cm de espessura, no sentido crânio dorsal. O primeiro corte foi utilizado para avaliação da cor e da perda de

peso por gotejamento e o segundo, para determinação da perda de peso por cocção e força de cisalhamento.

3.7.1 Área de olho-de-lombo (AOL)

A AOL foi analisada através das imagens no programa *Image J* após digitalização e mensuração da área correspondente da figura. Após a refrigeração da carcaça por 24h, a medida da área do músculo *Longissimus dorsi* (ou área de olho-de-lombo) foi realizada na altura da última costela (na região de inserção da última vértebra torácica com a primeira lombar). Limpou-se a área do músculo *Longissimus dorsi* e cobriu-se este com papel vegetal e foi desenhado, com caneta de retroprojektor de ponta fina, o contorno do lombo, não incluindo os outros músculos, formando a figura a ser analisada.

3.7.2 Temperatura e pH

A Temperatura e o pH foram medidas 24 horas após o abate no músculo *Longissimus dorsi* da meia-carcaça esquerda, na altura da 12^a costela. Esses parâmetros foram mensurados utilizando-se termômetro e pHmetro, com sonda de penetração (Hanna Instruments, Romênia).

3.7.3 Perda de peso por cocção

A determinação da perda de peso por cozimento foi realizada segundo a metodologia descrita por Amasa (1978). Foram utilizadas três fatias do músculo *longissimus dorsi*. As amostras identificadas foram pesadas em balança semianalítica, embaladas em papel alumínio e cozidas em chapa a 150°C até atingir a temperatura interna de 72°C±2°C. Após o cozimento, as amostras foram

resfriadas à temperatura ambiente e novamente pesadas. A diferença entre o peso inicial e final das amostras correspondeu à perda de peso no cozimento (%).

3.7.4 Força de cisalhamento

As amostras utilizadas para a perda de peso por cozimento foram utilizadas para a análise de textura objetiva. As amostras cozidas foram cortadas em pedaços com dimensões de 2,0 x 1,0 x 1,0 cm, com o maior comprimento no sentido longitudinal das fibras musculares, conforme metodologia de Froning e Uijttenboogarte (1988). As amostras foram seccionadas no sentido transversal das fibras musculares, utilizando uma sonda Warner Bratzler acoplada a um Texturômetro modelo TA XT-2, sendo realizada em sextuplicata.

3.7.5 Avaliação de cor

As amostras após a coleta foram encaminhadas resfriadas para realização da avaliação da cor. Para realização da análise de cor foi utilizado colorímetro MINOLTA CR 200b (Osaka - Japão), operando no sistema CIEL*a*b*, com iluminante D65. Na cor, ainda foram determinados os índices de saturação (C*) e o ângulo de tonalidade (h*), que foram calculados pelas seguintes fórmulas: $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ e; $h^* = \tan^{-1} (b^*/a^*)$ (RAMOS; GOMIDE, 2007). As leituras foram realizadas na superfície do corte músculo *longissimus dorsi* exposta à atmosfera ambiente pelo período de 30 minutos. A leitura da cor foi realizada na superfície do corte pelas unidades L* (luminosidade), a* (vermelho) e b* (amarelo), com o aparelho calibrado para um padrão branco ladrilho. Foram realizadas leituras em três cortes dentro do

mesmo músculo e em três pontos distintos dentro de cada corte (BRIDI; SILVA, 2006).

3.8 Análise estatística

Os dados foram submetidos à avaliação de normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk, os que não apresentaram distribuição normal foram transformados através do PROC RANK do SAS. Os dados de desempenho foram analisados por análise de variância usando PROC MIXED do SAS, sendo as diferenças entre as médias dos programas avaliadas através do teste TUKEY com 5% de nível de significância. Os dados de carcaça e qualidade de carne foram analisados em esquema fatorial Sexo*Programas, as variáveis que não demonstraram interação significativa a 5% foram desconsideradas do modelo estatístico para permitir maior grau de liberdade para o erro. A análise de variância para avaliação das variáveis de carcaça e qualidade de carne foi realizada através do PROC MIXED do SAS. As diferenças entre as médias dos programas foram avaliadas através do teste TUKEY com 5% de nível de significância, e para o sexo foi avaliada através do teste de F com 5% de nível de significância.

4 RESULTADOS

4.1 Desempenho

O resultado de desempenho de suínos tratados com o uso intermitente de RAC encontra-se na Tabela 3.

No período de 80 a 100 dias, os programas 2 e 5 (adição de 10 ppm de RAC) apresentaram melhor GPD e PV (peso vivo) aos 101 dias de idade em relação ao programa 1. Ambos os programas obtiveram um GPD superior de 11% e PV de aproximadamente 3,5% superior ao programa 1. No entanto, apenas o programa 5 apresentou menor CA (13% menor) comparado ao programa 4. Para as demais variáveis não houve diferença estatística.

Na fase de 80 a 107 dias, em que nos últimos 7 dias todos os animais receberam a mesma dieta (sem adição de RAC), os programas 2 e 5 obtiveram melhor GPD, sendo superior em aproximadamente 8% comparado ao programa 1. Em relação ao PV aos 107 dias o programa 5 teve peso superior de 2,1 kg em relação ao programa 1. Para as outras variáveis não houve diferença estatística.

Na fase de 80 a 128 dias apenas os programas 3 e 5 receberam a suplementação de RAC. O GPD (aumento de 8,5%) e o PV (aumento de 4,5%) aos 49 dias destes programas foi superior ao controle. O menor valor de CA foi referente apenas ao programa 5 (8,8% menor), sendo o maior valor para o programa 2. Para as outras variáveis não houve diferença estatística.

A fase de 80 a 135 dias, onde nos últimos 7 dias todos os programas receberam a dieta basal, não houve diferença estatística para nenhuma variável.

Na fase correspondente ao período total do experimento, nos últimos 28 dias os programas 2, 3, 4 e 5 foram suplementados com RAC. Houve diferença apenas para CA, sendo que o menor valor foi encontrado para o programa 4,

com CA em torno de 6,5%. Para as outras variáveis não houve diferença significativa.

Tabela 3 Desempenho de suínos alimentados com diferentes programas de fornecimento da ractopamina dos 80 aos 163 dias de vida

Variável	Programas ¹					Valor de P	CV (%)
	1	2	3	4	5		
Peso inicial, kg	38,32	38,31	38,24	38,33	38,32	0,980	0,92
<i>Período experimental 80 – 101</i>							
CRD, kg	1,994	2,183	2,151	2,123	2,066	0,158	8,25
GPD, kg	0,907 ^b	1,010 ^a	0,946 ^{ab}	0,915 ^{ab}	1,010 ^a	0,008	7,85
CA	2,23 ^{ab}	2,17 ^{ab}	2,28 ^{ab}	2,33 ^a	2,06 ^b	0,039	8,47
Peso 21d, kg	57,36 ^b	59,46 ^a	58,11 ^{ab}	57,55 ^{ab}	59,53 ^a	0,007	2,64
<i>Período experimental 80 – 107</i>							
CRD, kg	2,093	2,233	2,209	2,189	2,146	0,161	5,94
GPD, kg	0,924 ^b	0,993 ^a	0,980 ^{ab}	0,938 ^{ab}	0,999 ^a	0,023	5,97
CA	2,27	2,25	2,27	2,34	2,15	0,080	6,04
Peso 28d, kg	64,19 ^b	66,11 ^{ab}	65,64 ^{ab}	64,55 ^{ab}	66,29 ^a	0,027	2,49
<i>Período experimental 80 – 128</i>							
CRD, kg	2,302	2,381	2,369	2,356	2,331	0,162	3,14
GPD, kg	0,958 ^b	0,977 ^{ab}	1,041 ^a	0,979 ^{ab}	1,037 ^a	0,008	5,81
CA	2,41 ^{ab}	2,45 ^a	2,29 ^{ab}	2,42 ^{ab}	2,25 ^b	0,010	5,61
Peso 49d, kg	85,20 ^b	86,16 ^{ab}	89,19 ^a	86,26 ^{ab}	89,11 ^a	0,008	3,23
<i>Período experimental 80 – 135</i>							
CRD, kg	2,467	2,537	2,525	2,515	2,494	0,174	2,63
GPD, kg	0,966	0,984	1,026	1,009	1,021	0,118	5,60
CA	2,56	2,58	2,47	2,50	2,45	0,208	5,56
Peso 56d, kg	92,37	93,47	95,71	94,82	95,44	0,111	3,26
<i>Período experimental 80 – 163</i>							
CRD, kg	2,785	2,787	2,772	2,761	2,739	0,839	3,56
GPD, kg	0,998	1,045	1,038	1,053	1,036	0,356	6,07
CA	2,80 ^a	2,67 ^{ab}	2,67 ^{ab}	2,63 ^b	2,64 ^{ab}	0,043	4,80
Peso 84d, kg	122,13	126,11	125,55	126,85	125,44	0,345	4,24

¹Médias seguidas por letras diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

4.2 Viabilidade econômica

O resultado da viabilidade econômica dos animais recebendo diferentes programas de RAC está demonstrado na Tabela 4.

A única diferença estatística encontrada foi em relação ao custo total, em que os programas 2, 3 e 5 tiveram um custo de produção superior ao programa 1.

Tabela 4 Avaliação de carcaça de suínos, machos e fêmeas, alimentados com diferentes

programas de fornecimento de ractopamina dos 80 aos 163 dias de vida

Variáveis	Programas ¹					Valor de P	CV %
	1	2	3	4	5		
Viabilidade econômica							
Custo total, R\$	289,44b	301,16a	300,15a	295,91ab	304,12a	0,0002	2,90
Renda bruta, R\$	500,72	517,17	514,76	520,09	513,16	0,339	4,26
Renda líquida, R\$	211,27	215,93	214,61	224,18	209,32	0,408	8,21

¹Médias seguidas por letras diferem entre si ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey.

4.3 Avaliação de carcaça

Os resultados da avaliação de carcaça dos animais recebendo diferentes programas de RAC encontram-se na Tabela 5 e 6.

Com relação à diferença inerente aos diferentes programas de RAC houve influência em algumas variáveis. Para o peso de carcaça fria (PCF) os animais do programa 5 apresentaram maior valor em relação ao programa 1 e 2. No índice de bonificação (IB) o programa 5 foi superior aos programas 1 e 2. Para peso de carcaça quente (PCQ), rendimento de carcaça (RC), rendimento de carne na carcaça fria (RCCF); espessura de toucinho (ET), profundidade de

lombo (PL); área de olho-de-lombo (AOL); comprimento de carcaça (CC) e compacidade de carcaça (CompC) não houve diferença estatística.

Com relação ao sexo os machos castrados obtiveram maior PCQ, PQF, RC, ET e CompC. As fêmeas obtiveram maior RCCF. Para os outros parâmetros não foi encontrada diferença estatística.

Tabela 5 Avaliação de carcaça de suínos, machos e fêmeas, alimentados com diferentes programas de fornecimento de ractopamina dos 80 aos 163 dias de vida

Variável	Programas ¹					Média	P		
	1	2	3	4	5		S*Trat	Trat	Sexo
Peso de Carcaça Quente, kg									
Fêmea	98,02	99,57	102,34	104,60	102,95	101,50B	0,510	0,064	0,001
Macho	103,86	104,25	108,48	104,64	109,72	106,19A			
Média	100,94	101,91	105,41	104,62	106,34				
					CV, %	7,17			
Peso de Carcaça Fria, kg									
Fêmea	95,78	95,60	100,12	102,30	100,82	98,92B	0,397	0,006	0,0002
Macho	101,82	100,45	106,32	102,42	107,40	103,68A			
Média	98,80B	98,03B	103,22AB	102,36AB	104,11A				
					CV, %	7,48			
Rendimento de Carcaça, %									
Fêmea	81,60	81,40	82,38	80,53	80,99	81,38B	0,603	0,431	0,023
Macho	81,83	82,24	82,89	82,13	83,35	82,49B			
Média	81,72	81,82	82,63	81,33	82,17				
					CV, %	1,96			
Rendimento de Carne na Carcaça Resfriada, %									
Fêmea	58,21	60,06	58,47	60,80	61,26	59,76A	0,834	0,391	0,033
Macho	57,17	55,76	57,32	58,08	59,44	57,55B			
Média	57,69	57,91	57,90	59,44	60,35				
					CV, %	5,57			
Índice de Bonificação									
Fêmea	109,18	111,64	111,34	114,31	114,31	112,16	0,322	0,013	0,261
Macho	110,48	107,68	111,95	111,61	113,90	111,12			
Média	109,83B	109,66B	111,65AB	112,96AB	114,10A				
					CV, %	3,24			

¹Médias seguidas por letras diferem entre si ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey.

Tabela 6 Avaliação de carcaça de suínos, machos e fêmeas, alimentados com diferentes programas de fornecimento de ractopamina dos 80 aos 163 dias de vida

Variável	Programas ¹					Média	P		
	1	2	3	4	5		S*Trat	Trat	Sexo
Espessura de Toucinho, mm									
Fêmea	16,04	13,41	16,44	13,43	11,91	14,25B	0,892	0,632	0,04
Macho	17,74	18,74	17,74	16,30	16,02	17,31A			
Média	16,89	16,08	17,09	14,87	13,97				
					CV, %	30,14			
Profundidade de Lombo, mm									
Fêmea	64,26	64,10	68,30	71,65	65,44	66,75	0,116	0,389	0,741
Macho	64,43	66,49	67,21	63,76	75,15	67,41			
Média	64,34	65,30	67,76	67,71	70,29				
					CV, %	10,45			
Área de Olho-de-Lombo, cm²									
Fêmea	62,10	55,53	59,34	61,12	56,58	58,93	0,441	0,167	0,609
Macho	57,39	60,01	64,50	63,54	55,15	60,12			
Média	59,74	57,77	61,92	62,33	55,87				
					CV, %	11,60			
Comprimento de Carcaça, cm									
Fêmea	99,60	98,20	98,00	98,80	101,01	99,12	0,412	0,731	0,596
Macho	100,80	97,60	98,80	99,20	94,76	98,23			
Média	100,20	97,90	98,40	99,00	97,89				
					CV, %	4,07			
Compacidade de Carcaça, kg/cm									
Fêmea	0,96	0,98	1,02	1,03	1,00	1,00B	0,505	0,130	0,002
Macho	1,01	1,06	1,08	1,03	1,08	1,05A			
Média	0,99	1,02	1,05	1,03	1,04				
					CV, %	6,93			

¹Médias seguidas por letras diferem entre si ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey.

4.4 Avaliação da qualidade de carne

Os resultados da avaliação da qualidade de carne seguem representados nas Tabelas 7, 8 e 9.

Não houve diferença estatística com relação ao programa, sexo e a interação dos fatores para as variáveis analisadas: cor (L: luminisidade; A*: vermelho; B*: Amarelo; C*: índice de saturação; H*: índice de tonalidade); temperatura na carcaça quente (TQ); temperatura na carcaça fria (TF); pH na carcaça resfriada (pH 24h); perda de peso por cocção (PPC); perda de peso por gotejamento (PPG) e força de cisalhamento (FC).

Tabela 7 Avaliação das cores, do sistema CIALB, da carcaça de suínos alimentados com diferentes programas de fornecimento de ractopamina dos 80 aos 163 dias de vida

Variável	Ractopamina					Média	P		
	1	2	3	4	5		S*Trat	Trat	Sexo
Luminosidade, L									
Fêmea	56,14	52,39	54,92	54,56	51,68	53,94	0,282	0,887	0,827
Macho	53,64	55,40	51,33	53,48	54,52	53,67			
Média	54,89	53,90	53,12	54,02	53,10				
					CV, %	7,47			
Índice de vermelho, A*									
Fêmea	0,32	1,24	0,74	0,50	0,39	0,64	0,830	0,540	0,604
Macho	0,99	0,96	1,16	0,99	0,01	0,82			
Média	0,65	1,10	0,95	0,75	0,20				
					CV, %	15,79			
Índice de amarelo, B*									
Fêmea	10,47	11,28	11,31	10,95	9,95	10,79	0,427	0,236	0,907
Macho	11,30	11,61	9,84	10,85	10,12	10,75			
Média	10,89	11,45	10,58	10,90	10,04				
					CV, %	12,77			
Índice de saturação, C*									
Fêmea	10,50	11,37	11,38	11,07	10,01	10,87	0,448	0,240	0,922
Macho	11,38	11,67	9,93	11,00	10,17	10,83			
Média	10,94	11,52	10,66	11,04	10,09				
					CV, %	12,97			
Ângulo de tonalidade, H*									
Fêmea	88,24	84,12	86,83	88,15	87,72	87,01	0,694	0,567	0,610
Macho	85,05	85,42	83,17	85,71	90,63	86,00			
Média	86,65	84,77	85,00	86,93	89,18				
					CV, %	6,98			

Tabela 8 Avaliação da temperatura quente, fria e do pH (após 24H) de carcaça de suínos alimentados com diferentes programas de fornecimento de ractopamina dos 80 aos 163 dias de vida

Variável	Ractopamina					Média	P		
	1	2	3	4	5		S*Trat	Trat	Sexo
<i>Temperatura na Carcaça Quente, °C</i>									
Fêmea	38,80	39,00	39,60	39,80	39,50	39,34	0,194	0,997	0,797
Macho	39,80	38,60	39,20	39,20	39,25	39,21			
Média	39,30	38,80	39,40	39,5	39,38				
					CV, %	3,39			
<i>Temperatura na Carcaça Resfriada, °C</i>									
Fêmea	8,00	8,33	7,00	8,75	7,33	7,88	0,518	0,453	0,109
Macho	8,50	10,00	8,33	8,00	8,75	8,72			
Média	8,25	9,17	7,67	8,38	8,04				
					CV, %	18,27			
<i>pH na Carcaça Resfriada</i>									
Fêmea	5,76	5,68	5,74	5,71	5,83	5,76	0,776	0,211	0,923
Macho	5,73	5,65	5,83	5,76	5,77	5,74			
Média	5,75	5,66	5,79	5,73	5,75				
					CV, %	2,01			

Tabela 9 Avaliação da perda por cocção, gotejamento e da força de cisalhamento de uma porção do lombo de suínos alimentados com diferentes programas de fornecimento de ractopamina dos 80 aos 163 dias de vida

Variável	Ractopamina					Média	P		
	1	2	3	4	5		S*Trat	Trat	Sexo
<i>Perda de Peso por Cocção, %</i>									
Fêmea	26,15	28,90	25,08	29,17	26,81	27,22	0,831	0,486	0,565
Macho	28,69	31,19	26,88	28,43	26,26	28,29			
Média	27,42	30,05	25,98	28,80	26,53				
					CV, %	17,78			
<i>Perda de Peso por Gotejamento, %</i>									
Fêmea	5,73	5,40	5,71	6,31	4,44	5,52	0,305	0,829	0,957
Macho	5,85	5,74	4,63	5,40	6,09	5,54			
Média	5,79	5,57	5,18	5,86	5,27				
					CV, %	27,41			
<i>Força de cisalhamento, kgf</i>									
Fêmea	7,06	6,08	6,16	6,14	5,93	6,27	0,760	0,690	0,763
Macho	6,18	6,51	5,78	6,52	5,82	6,16			
Média	6,62	6,30	5,97	6,33	5,87				
					CV, %	17,91			

5 DISCUSSÃO

5.1 Desempenho

Vários estudos já comprovaram que a RAC usada por 21 a 28 dias para suínos na fase de terminação melhora o ganho de peso diário e também a conversão alimentar.

O uso prolongado de RAC pode promover uma diminuição da resposta à molécula, fenômeno conhecido como dessensibilização e *dow-regulation* dos receptores beta adrenérgicos. Almeida (2012) e Barbosa et al. (2012) demonstraram que as maiores respostas de RAC acontecem nas primeiras semanas e reduz posteriormente. No trabalho de Almeida (2012), em que foi avaliado o desempenho de animais recebendo 10 ppm de RAC por 7, 14, 21 e 28 dias anteriores ao abate, foi constatada melhoria semanal no ganho de peso diário e na conversão alimentar até os 21 dias, e na quarta semana de tratamento as respostas declinaram. Esse resultado contribui para mostrar que quando o animal não responde mais à RAC (devido ao longo período de utilização) ou quando ocorre retirada do aditivo, os animais têm uma queda acentuada no desempenho, igualando-se ao desempenho dos animais controle. Essa queda de desempenho foi provavelmente oriunda de mudança de rota metabólica, onde os animais passariam a priorizar a síntese lipídica em relação à proteica. Segundo Schinkel et al. (2003), o efeito da RAC sobre o ganho de peso pode ser atribuído às alterações metabólicas provocadas por este aditivo, principalmente no aumento da síntese proteica. O aumento da síntese e acúmulo de proteína na carcaça, por agregar 35% de água, é um dos principais fatores relacionados ao aumento do ganho de peso e à melhora da eficiência alimentar (MARINHO et al., 2007). Outro fator que pode ser determinante para queda no desempenho quando o animal está em condições com alta deposição de gordura é o gasto

energético, pois a síntese de 1 kg de músculo requer menos energia que a síntese de 1 kg de gordura (MOSER et al., 1986). Sendo assim, o animal tem desempenho inferior quando a RAC é retirada e iguala-se aos animais do grupo controle, não obtendo o efeito multiplicador dos pesos. Quando é novamente fornecida, os animais são estimulados pela molécula, porém o desempenho dos suínos tratados já se encontra no mesmo padrão dos animais controle. Por isso a RAC fornecida de maneira intermitente não teve resultado superior comparada ao método convencional (uso 28 dias antes do abate).

Um dos poucos trabalhos na literatura com a suplementação intermitente de RAC para suínos é o de Neil et al. (2010). Ao avaliar o período de descanso de 7 ou 14 dias os autores concluíram que 7 dias é o suficiente de descanso e que após essa fase os animais voltam a ter resposta normal a nova suplementação de RAC. Assim, como apresentado por Neil et al. (2010), o programa 5 do atual estudo, em que os animais eram realimentados com RAC após um período de descanso de 7 dias, teve o mesmo efeito. Sempre que os animais do programa 5 eram tratados com RAC, apresentavam desempenho melhor comparada ao controle.

Com relação ao uso intermitente, Neil et al. (2010) não encontraram melhoria no desempenho dos animais que receberam o protocolo intermitente de RAC, comparado ao método convencional (28 dias finais). No entanto, ambos os programas foram superiores ao controle. Segundo os autores, a utilização intermitente só se justifica caso não ocorra venda dos animais para o frigorífico e eles precisariam permanecer mais tempo no sistema de produção. Nesse caso, os animais passariam por um período de descanso de 7 dias, sendo posteriormente alimentados com RAC. Esses dados colaboram com os resultados apresentados para inferir que a RAC utilizada de maneira intermitente para suínos faz com que eles tenham desempenho zootécnico próximo ao dos animais tratados de maneira convencional (28 dias pré-abate).

Outro ponto interessante de ressaltar nesta pesquisa foi que a RAC atua em fases anteriores a de terminação, como por exemplo, 80 e 108 dias de vida aproximadamente. Aos 80 dias os animais que receberam a RAC pela primeira vez apresentaram um GPD superior ao controle de 11%, CA de 13% e PV superior de 2 kg, aproximadamente. Aos 108 dias de vida os animais que receberam a RAC pela primeira vez apresentaram um GPD de 8,5% superior ao controle e PV superior de 4 kg, aproximadamente. Com isso, produtores que vendem animais leves, de aproximadamente 60 ou 90 kg, o uso de RAC é vantajoso para melhorar o crescimento dos animais. Esses dados de desempenho são condizentes com os presentes na literatura para a fase de terminação que demonstraram que a inclusão de RAC nas dietas de suínos em terminação por 28 dias pré-abate promove aumento de 3,5% no PV final (APPLE et al., 2008; CANTARELLI et al., 2009) e de 13 a 19% no GDP (GARBOSSA et al., 2013; HALSEY et al., 2011; POLETTTO et al., 2009; WEBSTER et al., 2007), sem afetar o CDR dos animais (FERREIRA et al., 2011; KUTZLER et al., 2010; PHILOMENO, 2012; ROSA, 2013). Com isso ocorre melhora na conversão alimentar, sendo o parâmetro mais afetado pela utilização de RAC (CANTARELLI et al., 2009; MARINHO et al., 2007).

5.2 Viabilidade econômica

Para os resultados de viabilidade econômica a única diferença estatística observada foi em relação ao custo total, pois quando houve suplementação de RAC por mais de uma fase, o custo total foi superior, ou seja, os programas 2, 3 e 5 apresentaram custo maior comparado ao programa 1 (controle). Com a inclusão de RAC é de se esperar que ocorra um aumento no custo de produção, visto que a inclusão do aditivo tem custo adicional e os níveis nutricionais da dieta são elevados. Com o aumento nos níveis de proteína bruta e de

aminoácidos ocorre aumento da inclusão de farelo de soja e de aminoácidos sintéticos, elevando o custo com alimentação dos animais. Em média, neste estudo, quando houve a inclusão de RAC e aumento nos níveis nutricionais a dieta ficou R\$ 0,07/kg mais cara. O programa 4 aumentou o custo de produção em 2,23%, resultado semelhante ao encontrado por Cantarelli et al. (2009) que encontraram o valor adicional de 2,32%.

Embora, aconteça diferença estatística em relação à renda bruta (valor obtida pelo peso vivo do animal *versus* o preço por quilo da bolsa de MG) os animais que recebem a suplementação de RAC têm uma tendência de aumento da receita, pois com a suplementação de RAC ocorre aumento no PV dos animais.

A renda líquida não foi influenciada pela RAC. Porém, com a suplementação de RAC por 28 dias pré-abate (programa 4) os animais apresentaram um ganho líquido de aproximadamente R\$13,00, resultado bem semelhante aos encontrados por Cantarelli et al. (2009).

5.3 Avaliação de carcaça

Para que a RAC possa otimizar o crescimento, os parâmetros de carcaça e a síntese proteica no tecido muscular, é necessário fornecer níveis de proteína e de aminoácidos, principalmente de lisina e na ração acima dos valores convencionalmente utilizados nas dietas. Visando à otimização da RAC, neste estudo o nível de aminoácidos essenciais e proteína bruta foram aumentados em relação à dieta basal. No presente trabalho, utilizaram-se valores de proteína bruta de 14,21% e de lisina digestível de 0,844% na ração de terminação II quando houve a adição de RAC e na dieta basal o valor de proteína bruta foi de 12,92% e de lisina digestível de 0,714.

Como os animais foram abatidos com peso aproximado de 126 kg os efeitos da RAC sobre os parâmetros de carcaça são menores. De acordo com a curva de crescimento do animal ocorre aumento na deposição de gordura com o aumento da idade dos animais, dificultando a ação da RAC. Além disso, como são animais pesados o consumo de ração na fase final (últimos 28 dias) foi elevado (aproximadamente 3,3 kg/dia) e apesar do consumo de lisina digestível ($\pm 27,7\text{g}$) e de proteína bruta ($\pm 468\text{g}$) em gramas por dia ser satisfatória, o consumo elevado pode ter propiciado maior deposição de gordura, pelo maior consumo de energia metabolizável. Cantarelli, Garbossa e Silveira (2012) em uma revisão de literatura mostraram que o consumo de lisina digestível deve ser em torno de 23g a 25g por dia quando trabalha-se com RAC.

Um outro fato que pode explicar os resultados com a utilização de RAC é a sua dose de inclusão. Brumm, Miller e Thaler (2004) afirmam que baixos níveis de inclusão de ractopamina (5 ppm) em dietas de suínos promovem boa resposta para o ganho de peso e a eficiência alimentar e, em menor grau, para os parâmetros de carcaça. Conforme descrito por Crome et al. (1996), embora possam melhorar o ganho e a eficiência alimentar, doses mais elevadas de ractopamina (20 ppm) promovem impacto mais pronunciado sobre as características quantitativas da carcaça.

Kiefer e Sanches (2009) trabalhou com 0, 5, 10 e 20 ppm de RAC para suínos em terminação e concluiu que não houve efeito dos níveis de RAC sobre o peso de carcaça quente, comprimento de carcaça e a espessura de toucinho. O mesmo autor afirma que 15 ppm de RAC otimiza o desempenho de suínos enquanto que 20 ppm melhora as características quantitativas de carcaças.

No entanto alguns estudos encontraram resultados benéficos com a utilização de doses menores de RAC (10 ppm). Segundo Amaral et al. (2009), suínos alimentados com dietas contendo 10 ppm, em relação ao grupo controle, apresentaram aumentos de 1,32%, 21,4% e 5,7% no rendimento de carcaça, na

área de olho-de-lombo e no rendimento de carne, respectivamente. Segundo Ferreira et al. (2011), comparando-se os animais recebendo RAC com o controle, houve em média 33,18% de diminuição da espessura de toucinho, 19,87% de aumento na área de olho-de-lombo, e 21,40% de incremento para a profundidade de lombo, demonstrando os benefícios da utilização deste na melhora da qualidade da carcaça.

Bridi et al. (2008) não observaram melhoria na carcaça de suínos alimentados com 10 ppm de RAC, porém encontraram maior PCQ e PPG dos machos castrados em relação às fêmeas.

O IB dos animais do programa 5 foi aproximadamente 4,5% superior ao programa 1 e 2, resultados semelhantes foram encontrados por Ferreira et al. (2011), com melhoria de 6,5% e Oliveira et al. (2013) que encontraram melhoria de 2,59% com a utilização de RAC.

Com a utilização de RAC, melhorias nas características de carcaça são observadas, com aumento na quantidade de carne magra e diminuição de gordura. Por isso é de se esperar que ocorra um aumento no IB. Porém, apenas o programa 5 foi superior. Um fato que pode explicar essa diferença é que neste programa o uso de RAC ocorreu em três fases de crescimento do animal. Sendo assim, pode-se inferir que sempre quando houve o uso da RAC, os animais obtiveram ganhos de carne magra, o que no final resultou em carcaças de melhor qualidade. No entanto, características que influenciam esse parâmetro, como o RCCR e o PCQ, não tiveram diferença estatística, mas o programa 5 apresentou maior valor numérico para essas características, em relação aos programas 4, 3, 2 e 1, o que influenciou diretamente no maior valor de IB para o programa 5. Sendo assim, pode-se inferir que o uso de RAC intermitente com três fases de utilização do uso do aditivo, melhora o IB de suínos de abate pesado.

5.4 Avaliação da qualidade de carne

Em todos os parâmetros avaliados não houve diferença estatística relativa aos programas de RAC, ao sexo ou a interação.

Com relação ao pH Agostini et al. (2011) trabalhando com controle e níveis de 10 e 20 ppm não encontrou diferença entre os tratamentos, mesmos resultados encontrados neste trabalho. De acordo com Moller, Bertelsen e Olsen (1992), Warris et al. (1990) e Wood, Wiseman e Cole (1994), o pH final da carne tende a ser mais elevado em suínos tratados com ractopamina. Isso ocorre porque os agonistas beta-adrenérgicos consomem o glicogênio muscular, resultando em menor produção e acúmulo de ácido láctico na carcaça pós-abate. Bridi et al. (2006), Carr et al. (2005b, 2009), Garbossa et al. (2013), Silva (2013) e Stites et al. (1991) também não encontraram influência da RAC sobre o pH final.

Não houve efeito dos programas sobre os valores de perda de água por gotejamento, perda de água na cocção e força de cisalhamento, identificando-se com os resultados obtidos por Agostini et al. (2011) e Bridi et al. (2006), que utilizaram o nível de 10 ppm de ractopamina na ração.

Para a força de cisalhamento, Warris et al. (1990) e Wood, Wiseman e Cole (1994) observaram que suínos que consumiram ractopamina apresentaram carne mais dura, como resultado do aumento do diâmetro das fibras musculares ou, possivelmente, pela redução da atividade da enzima proteolítica calpaína, que, em decorrência do aumento na eficiência de crescimento magro, apresenta-se mais baixa, resultando em menor degradação *post mortem* da proteína miofibrilar (LONERGAN et al., 2001). Garbossa et al. (2013) constataram que o parâmetro de força de cisalhamento apresentou incremento, quando

comparado aos tratamentos de 20 ppm em relação aos de 10 e de 15 ppm de RAC para suínos em terminação.

Para as variáveis de perda de peso na cocção não foi verificada influência significativa do uso de RAC. Garbossa et al. (2013) verificaram que a inclusão de RAC nas dietas ocasionou diminuição da perda de peso por gotejamento, sendo que o tratamento com 20 ppm de RAC levou a uma diminuição de 18,10% na perda, quando comparada ao tratamento controle. Esses dados são contrários aos verificados por Apple et al. (2004), Bridi et al. (2006), Silva (2013) e Stoller et al. (2003), que não observaram alteração dessa variável.

Carr et al. (2005b) verificaram valores menores de a^* e b^* em animais suplementados com 5 e 7,4 ppm de ractopamina. Da mesma forma Fernández-Dueñas et al. (2008) também observaram que a suplementação de 10 ou 20 ppm de RAC nas dietas promove redução nos valores de a^* e b^* . Entretanto, há estudos mostrando que a suplementação de 5, 10 ou 20 ppm de RAC para suínos não influenciou a coloração da carne (ARMSTRONG et al., 2004; BRIDI et al., 2006).

De modo geral, o valor de b^* avalia os pigmentos carotenoides que se depositam na gordura (BRESSAN et al., 2004). Segundo Cisneros et al. (1996), animais abatidos mais tardiamente são mais susceptíveis a variações nos valores de b^* , uma vez que apresentam maior deposição lipídica, tanto na camada subcutânea quanto no interior dos músculos com o aumento do peso. Além disso, as alterações no valor de b^* podem ser um indicativo de mudanças na composição de ácidos graxos da gordura intramuscular (JOO et al., 2002).

Garbossa et al. (2013) não encontraram efeito significativo da RAC para o componente de cor L^* (valores maiores indicam carnes mais claras). Carr et al. (2005a, 2005b) e Uttaro et al. (1993), também não observaram diferença significativa para essa variável. Os resultados são de extrema importância, pois

reafirma que a suplementação de RAC para suínos em terminação não favorece a apresentação da carne como PSE (pálida, mole e exsudativa) (GARBOSSA et al., 2013). Valores aumentados de L* estão relacionados ao baixo pH final da carne, característico de animais com rápido consumo de glicogênio de forma anaeróbica, resultando em grande produção de ácido lático. O acúmulo de ácido lático iniciará a desnaturação das proteínas da carne, resultando em maior perda de água e maior reflexão da luz, conferindo-lhe uma aparência pálida (JUNCHER et al., 2001).

Segundo Armstrong et al. (2004), os diferentes resultados observados na literatura com relação ao efeito da suplementação de ractopamina sobre os parâmetros de cor da carne suína podem ser atribuídas aos diferentes equipamentos utilizados para a descrição física da cor, bem como diferentes tipos de escalas, cada uma com seu diâmetro da abertura e ângulo de observação.

Athayde et al. (2012), ao avaliarem a suplementação de ractopamina (0, 5 ou 10 ppm) em dietas para suínos machos castrados ou fêmeas em terminação não observaram diferenças para o pH final e valores de L* e b*. Porém, verificaram menor perda de água na cocção para o nível de 10 ppm de ractopamina e maior força de cisalhamento. Também verificaram que animais suplementados com 10 ppm de ractopamina apresentaram valores de a* (vermelho) inferiores, quando comparados aos animais que não foram suplementados com esse aditivo. De acordo com os autores, a inclusão de 10 ppm influencia negativamente os parâmetros de qualidade de carne, recomendando-se, portanto, a inclusão de 5 ppm de ractopamina.

6 CONCLUSÃO

Suínos em crescimento e terminação alimentados com dietas contendo ractopamina fornecida de maneira intermitente não apresentam melhoria no ganho de peso dos 80 aos 163 dias de vida, em comparação aos animais sem ractopamina ou com o uso por 28 dias pré-abate. Animais alimentados com ractopamina por 28 dias pré-abate apresentam melhor conversão alimentar em relação ao grupo controle.

Animais alimentados em fases anteriores a de terminação, como crescimento (aos 80 e 107 dias de vida), respondem à utilização de 10 ppm de ractopamina e melhoram o ganho de peso diário e a conversão alimentar.

A utilização de ractopamina intermitente aumenta o custo de produção e não interfere na renda bruta e na renda líquida.

O programa 5 (uso de ractopamina em três fases) melhora o peso de carcaça fria e o índice de bonificação.

REFERÊNCIAS

- AALHUS, J. L. et al. The effect of ractopamine on myofibre distribution and morphology and their relation to meat quality in swine. **Meat Science**, Barking, v. 31, p. 97-409, 1992.
- ADEOLA, O.; BALL, R. O.; YOUNG, L. G. Porcine skeletal muscle myofibrillar protein synthesis is stimulated by ractopamina. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 122, n. 3, p. 488-495, Mar. 1992.
- AGOSTINI, P. S. et al. Efeito da ractopamina na performance e na fisiologia do suíno. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 60, n. 231, p. 659-670, 2011.
- ALBERTS, B. et al. Comunicação celular. In: JOHNSON, A. et al. (Ed.). **Biologia molecular da célula**. São Paulo: Artmed, 2004. cap. 15, p. 831-906.
- ALMEIDA, E. C. **Ractopamina e níveis de lisina em rações para suínos em terminação**. 2008. 76 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.
- ALMEIDA, E. C. et al. Ractopamine and lysine levels on performance and carcass characteristics of finishing pigs. **Brazilian Journal of Animal Science**, Viçosa, MG, v. 39, p. 1961-1968, 2010.
- ALMEIDA, V. V. **Respostas produtivas e expressão gênica induzidas por períodos de fornecimento de ractopamina para suínos em terminação**. 2012. 78 p. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2012.
- AMARAL, N. O. et al. Ractopamine hydrochloride in formulated rations for barrows or gilts from 94 to 130 kg. **Brazilian Journal of Animal Science**, Viçosa, MG, v. 38, p. 1494-1501, 2009.
- AMASA. **Guidelines for cooking and sensory evaluation of meat**. Chicago: American Meat Science Association, National Live Stock and Meat Board, 1978.
- ANDERSON, D. B.; MOODY, D. E.; HANCOCK, D. L. Beta adrenergic agonist. In: POND, W. G.; BELL, A. W. (Ed.). **Encyclopedia of animal science**. New York: M. Dekker, 2005. p. 104-107.

APPLE, J. K. et al. 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.

APPLE, J. K. et al. Review: meta-analysis of the ractopamine response in finishing swine. **The Professional Animal Scientist**, Champaign, v. 23, p. 179–196, 2007.

APPLE, J. K. et al. Interactive effect of ractopamine and dietary fat source on pork quality characteristics of fresh pork chops during simulated retail display. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 86, n. 10, p. 2711-2722, 2008.

ARMSTRONG, T. A. et al. 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, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS. **Produção de suínos: teoria e prática**. Brasília, 2014. cap. 16, p. 711-714.

ATHAYDE, N. B. **Desempenho, características de carcaça e comportamento de suínos suplementados com ractopamina em condições de produção comercial**. Concórdia: Embrapa Aves e Suínos, 2012. Disponível em: <www.cnpa.embrapa.br/down.php?tipo=publicacoes&cod...1196>. Acesso em: 10 nov. 2012.

AUMAN, J. T. et al. Are developing β -adrenoceptors able to desensitize. Acute and chronic effects of β -agonists in neonatal heart and liver. **American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, Bethesda, v. 283, p. 205–217, 2002.

AUMAN, J. T.; SEIDLER, F. J.; SLOTKIN, T. A. β -Adrenoceptor control of G protein function in the neonate: determinant of desensitization or sensitization. **American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, Bethesda, v. 283, p. 1236–1244, 2002.

AVNER, B. P.; NOLAND, B. In vivo desensitization to beta receptor mediated bronchodilator drugs in the rat: decrease beta receptor affinity. **Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics**, Baltimore, v. 207, p. 23-33, 1978.

BARBOSA, C. E. T. et al. Ractopamine in diets for finishing pigs of different sexual categories. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 41, n. 5, p. 1173-1179, 2012.

BENOVIC, J. L. et al. Regulation of adenylyl cyclase-coupled beta-adrenergic receptors. **Annual Review of Cell Biology**, Palo Alto, v. 4, n. 1, p. 405-428, 1988.

BERGE, Ph. et al. Performance muscle composition and meat texture in veal calves administered a β -agonist (clenbuterol). **Meat Science**, Barking, v. 33, p. 191-206, 1993.

BRIDI, A. M. et al. Efeito da ractopamina e do gênero no desempenho e na carcaça de suínos de diferentes genótipos halotano. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, p. 713-722, 2008.

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

BRIDI, A. M.; SILVA, C. A. **Métodos de avaliação da carcaça e da carne suína**. Londrina: MIDIOGRAF, 2006. v. 1, 97 p.

BRIDI, A. M.; SILVA, C. A. **Métodos de avaliação da carcaça e da carne suína**. Londrina: Midiograf, 2009.

BRUCKMAIER, R. M.; BLUM, I. W. Responses of calves to treadmill exercise during beta-adrenergic agonist administration. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, p. 2809-2821, 1992.

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

CANTARELLI, V. S. et al. Características de carcaça e viabilidade econômica do uso de cloridrato de RAC para suínos em terminação com alimentação à vontade ou restrita. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 3, p. 844-851, 2009.

CANTARELLI, V. S. et al. Qualidade de cortes de suínos recebendo RAC na ração em diferentes programas alimentares. **Acta Science Animal Science**, Maringá, v. 30, n. 2, p. 165-171, 2008.

CANTARELLI, V. S.; GARBOSSA, C. A. P.; SILVEIRA, H. O que temos que ajustar nas dietas quando usamos ractopamina. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE SUINOCULTURA, 4., 2012, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2012. p. 253-267.

CARR, S. N. et al. Effects of different cereal grains and ractopamina hydrochloride on performance, carcass characteristics, and fat quality in late-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 83, p. 223-230, 2005b.

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

CARR, S. N. et al. The effect of ractopamine hydrochloride (Paylean®) on lean carcass yields and pork quality characteristics of heavy pigs fed normal and amino acid fortified diets. **Meat Science**, Barking, v. 81, n. 3, p. 533-539, Mar. 2009.

CHANG, K. C. et al. Relationships of myosin heavy chain fibre types to meat quality traits in traditional and modern pigs. **Meat Science**, Barking, v. 64, n. 1, p. 93-103, May 2003.

CISNEROS, F. et al. Influence of slaughter weight on growth and carcass characteristics, commercial cutting and curing yields, and meat quality of barrows and gilts from two genotypes. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 74, p. 925-933, 1996.

CORREIA, A. A. D. Agonistas beta-adrenérgicos em produção animal e seus possíveis reflexos na saúde dos consumidores. In: INSTITUTO DE PROTEÇÃO DA PRODUÇÃO AGRO-ALIMENTAR. **Utilização dos promotores de crescimento (beta-agonistas) em animais destinados à produção de carne**. Lisboa: [s. n.], 1995. p. 29-38.

CROME, P. K. et al. Effect of ractopamine on growth performance, carcass composition, and cutting yields of pigs slaughtered at 107 and 125 kilograms. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 74, p. 709-716, 1996.

CUNHA, E. A.; BUENO, M. S.; SANTOS, L. E. **Características de carcaças de cordeiros de raças de corte criados intensivamente**. 2002. Disponível em: <<http://www.cico.rj.gov.br>>. Acesso em: 7 jul. 2012.

DEPREUX, F. F. S. et al. Paylean alters myosin heavy chain isoform content in pig muscle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, n. 7, p. 1888-1894, July 2002.

ENGESETH, N. J. et al. Fatty acid profiles of lipid depots and cholesterol concentration in muscle tissue of finishing pigs fed ractopamine. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 57, p. 1060-1062, 1992.

FERNANDES, T. Utilização de beta-agonistas como estimuladores do crescimento em animais destinados à produção de carne. In: INSTITUTO DE PROTEÇÃO DA PRODUÇÃO AGRO-ALIMENTAR. **Utilização dos promotores de crescimento (beta-agonistas) em animais destinados à produção de carne**. Lisboa: [s. n.], 1995. p. 39-49.

FERNÁNDEZ-DUEÑAS, D. M. et al. Carcass, meat quality, and sensory characteristics of heavy weight pigs fed ractopamine hydrochloride (Paylean®). **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 86, n. 12, p. 3544-3550, Dec. 2008.

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

FERREIRA, M. S. S. et al. Cloridrato de ractopamina em dietas para suínos em terminação. **Acta Science Animal Science**, Maringá, v. 33, n. 1, p. 25-32, 2011.

FRONING, G. W.; UIJTENBOOGAART, T. G. Effect of post mortem electrical stimulation on color, texture, pH and cooking losses of hot and cold deboned chicken broiler breast meat. **Poultry Science**, Champaign, v. 67, p. 1536-1544, 1988.

GARBOSSA, C. A. P. et al. Ractopamine levels on performance, carcass characteristics and quality of pig meat. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 42, n. 5, p. 325-333, 2013.

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

GWARTNEY, B. L.; JONES, S. J.; CALKINS, C. R. Response time of broiler chickens to cimaterol: meat tenderness, muscle composition, fiber size, and carcass characteristics. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, p. 2144-2150, 1992.

HALSEY, C. H. C. et al. The effect of ractopamine hydrochloride on gene expression in adipose tissues of finishing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 89, n. 4, p. 1011-1019, 2011.

JOO, S. T. et al. Effects of dietary conjugated linoleic acid on fatty acid composition, lipid oxidation, color, and waterholding capacity of pork loin. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, p. 108-112, 2002.

JUNCHER, D. et al. Effect of pre-slaughter physiological conditions on the oxidative stability of colour and lipid during chill storage of pork. **Meat Science**, Barking, v. 58, n. 4, p. 347-357, Aug. 2001.

KELLY, J. A.; TOKACH, M. D.; DRITZ, S. S. Weekly growth and carcass response to feeding ractopamine (Paylean). Perry: American Association of Swine Veterinarians, 2003. p. 51.

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

KIM, Y. S.; LEE, T. H.; CHOIF, Y. J. Effect of intermittent and stepwise administration of a beta-adrenergic agonist, L644,969, on rat growth performance and skeletal muscles. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Oxford, v. 2, n. 2, p. 127-132, 1995.

KOOHARAIE, M.; SHACKELFORD, S. D.; WHEELER, T. L. Effects of a β -adrenergic agonist (L-644,969) and male sex condition on muscle growth and meat quality of callipyge lambs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 74, p. 70-79, 1996.

KRETCHMAR, D. H. et al. Alterations in postmortem degradation of myofibrillar proteins in muscle of lambs fed a β -adrenergic agonist. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, p. 1760-1772, 1990.

KUTZLER, L. W. et al. Ractopamine (Paylean) response in heavy-weight finishing pigs. **The Professional Animal Scientist**, Ames, v. 26, n. 2, p. 243-249, 2010.

LEFKOWITZ, R. J. G Protein-coupled Receptors. **Journal of Biological Chemistry**, Bethesda, v. 273, n. 30, p. 18677-18680, 1998.

- LONERGAN, S. M. et al. Selection for lean growth efficiency in Duroc pigs influences pork quality. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, p. 2075-2085, 2001.
- MARINHO, P. C. et al. Efeito da RAC 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, jul./ago. 2007.
- MCELLIGOTT, M. A.; BARRETO, A.; CHAUNG, L. Y. Effect of continuous and intermittent clenbuterol feeding on rat growth rate and muscle. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Oxford, v. 92C, p. 135, 1989.
- MENEZES, J. J. L. et al. Efeitos do sexo, do grupo racial e da idade ao abate nas características de carcaça e maciez da carne de caprinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n. 9, p. 1769-1778, 2009.
- MERKEL, R. A. et al. The effect of ractopamine on lipid metabolism in pigs. **Federation Proceedings**, Bethesda, v. 46, p. 1177, 1987.
- MOLLER, A. J.; BERTELSEN, G.; OLSEN, A. Processed pork technological parameters related to type of raw material: review. In: PUOLANNE, E. et al. (Ed.). **Pork quality: genetic and metabolic factors**. Wallingford: Redwood Books, 1992. p. 225.
- MOLONEY, A. P.; ALLEN, P. (Re) partitioning effects of β -adrenergic agonists in meat. In: KUIPER, H. A.; HOOGENBOOM, L. A. P. (Ed.). **In vitro toxicological studies and real time analysis of residues in food**. In: **WORKSHOPS HELD IN GHENT, 1992, Thessaloniki. Proceedings...** Wageningen: [s. n.], 1992. p. 89-101.
- MOORE, K. L. et al. Ractopamine supplementation increases lean deposition in entire and immunocastrated male pigs. **Animal Production Science**, Collingwood, v. 49, n. 12, p. 1113-1119, 2009.
- MORRIS, A. J.; MALBON, C. C. Physiological regulation of G proteinlinked signaling. **Physiological Reviews**, Baltimore, v. 79, p. 1373-1430, 1999.
- MOSER, R. L. et al. Effect of cimaterol (CL 263, 780) as a repartitioning agent in the diet for finishing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 62, n. 1, p. 21-26, 1986.

NEILL, C. R. et al. Effects of Intermittent Ractopamine Hydrochloride Use on Pig Growth Performance in Late Finishing. **The Professional Animal Scientist**, Champaign, v. 26, p. 239–242, 2010.

OLIVEIRA, B. F. et al. Período de suplementação de ractopamina em dietas para suínos machos castrados em terminação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 2, fev. 2013.

PARR, T. et al. Expression of calpastatin isoforms in muscle and functionality of multiple calpastatin promoters. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, New York, v. 427, n. 1, p. 8-15, July 2004.

PATIENCE, J. F. et al. The effect of ractopamine supplementation of swine finishing diets on growth performance, carcass composition and ultimate pork quality. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 89, n. 1, p. 53-66, Mar. 2009.

PECQUERY, R.; LENEVEU, M. C.; GIUDICELLI, Y. In vivo desensitization of the beta, but not the alpha 2-adrenoreceptor-coupled adenylate cyclase system in hamster white adipocytes after administration of epinephrine. **Endocrinology**, Baltimore, v. 114, p. 1576–1583, 1984.

PHILOMENO, R. **Ractopamina para suínos em terminação submetidos a diferentes ambientes térmicos**. 2012. 116 p. Dissertação (Mestrado em Produção e Nutrição de Monogástricos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

POLETTO, R. et al. Effects of a "step-up" ractopamine feeding program, sex, and social rank on growth performance, hoof lesions, and Enterobacteriaceae shedding in finishing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, n. 1, p. 304-313, 2009.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. Viçosa, MG: UFV, 2007. 599 p.

RAMOS, F.; SILVEIRA, M. Agonistas adrenérgicos β_2 e produção animal. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, Lisboa, v. 97, n. 542, p. 51-62, 2002.

RIBEIRO, J. M. C. R. Utilização de beta agonistas. In: INSTITUTO DE PROTEÇÃO DA PRODUÇÃO AGRO-ALIMENTAR. **Utilização dos promotores de crescimento (beta-agonistas) em animais destinados à produção de carne**. Lisboa: [s. n.], 1995. p. 55-59.

RICKE, E. A. et al. 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, 1999.

ROSA, R. A. **Ractopamina em dietas com ajustes nutricionais para suínos machos castrados em terminação sob clima quente**. 2013. 31p. Dissertação (Mestrado em Ciências Animal) - Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2013.

ROSENVOLD, K.; ANDERSEN, H. J. Factors of significance for pork quality - a review. **Meat Science**, Barking, v. 64, n. 3, p. 219-237, July 2003.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2011. 252 p.

SAINZ, R. D. et al. Temporal changes in growth enhancement by ractopamine in pigs: performance aspects. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v. 44, 1441-1448, 1993.

SCHINCKEL, A. P. et al. Development of a model to describe the composition growth and dietary lysine requirements of pigs fed ractopamine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, p. 1106, 2003b.

SCHINCKEL, A. P. et al. Ractopamine treatment biases in the prediction of pork carcass composition. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 8, p. 16, 2003a.

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

SHENOY, S. K. et al. Regulation of receptor fate by ubiquitination of activated β 2-adrenergic receptor and arrestin. **Science**, Washington, v. 294, p. 1307-1313, 2001.

- SILVA, L. R. **Ractopamina para suínos machos inmunocastrados**. 2013. 128 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.
- SORDO, M. J. L.; BERZAL, M. A. G. β -agonistas: cómo afectan a la composición de la canal y la calidad de la carne. **Mundo Ganadero**, Madrid, v. 7, p. 70-78, 1990.
- SPURLOCK, M. E. et al. The effect of ractopamine on β -adrenoceptor density and affinity in porcine adipose and skeletal muscle tissue. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, p. 75, 1994.
- STITES, C. R. et al. 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, 1991.
- STOLLER, G. M. et al. The effect of feeding ractopamine (paylean) on muscle quality and sensory characteristics in three diverse genetic lines of swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, p. 1508-1516, 2003.
- UTTARO, B. E. et al. Effect of ractopamine and sex on growth, carcass characteristics, processing yield, and meat quality characteristics of crossbred swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, p. 2439, 1993.
- WARRIS, P. D. et al. Interactions between the beta-adrenergic agonist salbutamol and genotype on meat quality in pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, p. 3669-3676, 1990.
- WARRIS, P. D.; KESTIN, S. C.; BROWN, S. N. The effect of beta-adrenergic agonists on carcass and meat quality in sheep. **Animal Production**, Bletchley, v. 48, p. 385 -392, 1989.
- WEBSTER, M. J. et al. Interactive effects between ractopamine hydrochloride and dietary lysine on finishing pig growth performance, carcass characteristics, pork quality, and tissue accretion. **The Professional Animal Scientist**, Champaign, v. 23, n. 6, p. 597-611, 2007.
- WILLIAMS, N. H. et al. The impact of ractopamine, energy intake, and dietary fat on finisher pig growth performance and carcass merit. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, n. 12, p. 3152-3162, 1994.

WILLIAMS, P. E. V. Brève revue et nouvelles données sur les effets du traitement des animaux d'élevage par des Bêta-agonistes. **Bulletin-GTV**, Toulouse, v. 3, p. 33-42, 1989.

WILLIAMS, P. E. V. The use of β -agonists as a means of altering body composition in livestock species. **Nutrition Abstracts and Reviews**, Farnham Royal, v. 57, p. 453-464, 1987.

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. (Ed.). **Principles of pig science**. London: Nottingham University, 1994. p. 446-448.