

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE MESTRADO**

**PLANOS DE SUPLEMENTAÇÃO COM RACTOPAMINA
PARA SUÍNOS MACHOS CASTRADOS EM
TERMINAÇÃO**

Danilo Alves Marçal

CAMPO GRANDE, MS
2013

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE MESTRADO**

**PLANOS DE SUPLEMENTAÇÃO COM RACTOPAMINA
PARA SUÍNOS MACHOS CASTRADOS EM TERMINAÇÃO**

Danilo Alves Marçal

Orientador: Prof. Dr. Charles Kiefer

Co-orientadora: Profa. Dra. Karina Márcia Ribeiro de Souza

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito à obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Área de concentração: Produção Animal.

CAMPO GRANDE, MS 2013

DANILO ALVES MARÇAL

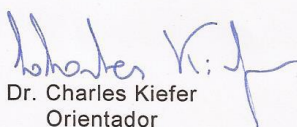
**"PLANOS DE SUPLEMENTAÇÃO COM RACTOPAMINA PARA SUÍNOS
MACHOS CASTRADOS EM TERMINAÇÃO"**

"RACTOPAMINE SUPPLEMENTATION PLANS FOR FINISHING BARROWS"

Dissertação apresentada à Universidade
Federal de Mato Grosso do Sul, como
parte dos requisitos do Programa de Pós-
Graduação em Ciência Animal para
obtenção do título de Mestre.

APROVADO: 20/02/2013

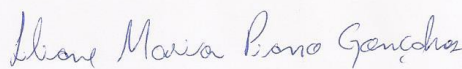
Área concentração: Produção Animal



Dr. Charles Kiefer
Orientador



Dra. Tânia Mara Baptista dos Santos



Dra. Liliane Maria Piano

Dedico este trabalho, primeiramente a Deus, onde encontro a força necessária que sustenta minha vida e guia meus passos, aos meus pais, Aurican (*in memorian*) e Vera Lúcia, e aos meus irmãos, Leandro e Ariane, que sempre me incentivaram e deram apoio para que eu percorresse todo o caminho que me permitiu chegar à conclusão deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, especialmente ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, pela oportunidade de realização do curso.

Ao prof. Dr. Charles Kiefer, pela orientação, pela disponibilidade, pela confiança, e pelos inúmeros conhecimentos transmitidos ao longo do curso.

À profa. Dra. Karina Márcia Ribeiro de Souza, por sempre estar disposta a auxiliar e contribuir com o trabalho.

Aos amigos Bruna Ferreira de Oliveira e Rodrigo Caetano de Abreu, que dividiram comigo os momentos mais exigidos pelo curso.

Aos integrantes da equipe de Suinocultura, Ariadne Maria Portilho Saturnino da Silva, Caiki Calepso Fantini, Elaine Mariza Rosa, Gabriela Puhl Rodrigues, Guilherme do Nascimento Seraphim, Jeniffer Gonçalves, Jéssica Lira da Silva, Jonathan Cimbra Carvalho, Kelvin Alin Lino, Leandro Pereira, Liliane Maria Piano Gonçalves, Lorena Silva da Rosa, Lúcia dos Santos Lucas, Rafael Arantes Rosa, Stephan Alexander da Silva Alencar, Talita Pereira e Viviane Maria de Oliveira, sem os quais eu não teria conseguido conduzir o experimento e concluir este trabalho.

Enfim, a todos que de alguma forma colaboraram para a conclusão deste curso, muito obrigado.

A prudência evita erros e a perseverança leva à vitória.
RAMATIS

Resumo

MARÇAL, D.A. Planos de suplementação com ractopamina para suínos machos castrados em terminação. 2013. 37 f. Dissertação. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2013.

A ractopamina tem sido amplamente utilizada na dieta de suínos em terminação por melhorar o desempenho e características desejáveis de carcaça, resultando em carcaças mais pesadas, com maior quantidade de carne magra e menor teor de gordura. Entretanto, sua eficiência não é constante durante todo o período de suplementação. Ocorre uma redução na magnitude dos efeitos sobre as características de desempenho e carcaça que apresentam um pico entre as primeiras semanas de suplementação e em seguida ocorre um decréscimo. Além da redução nas respostas à suplementação, por aumentar a síntese proteica, a ractopamina faz com que os suínos demandem maior quantidade de nutrientes na dieta, principalmente de aminoácidos. Porém, o aumento na exigência nutricional depende da concentração de ractopamina na dieta fornecida aos suínos. Portanto, realizou-se este trabalho com o objetivo de avaliar diferentes planos de suplementação com ractopamina em dietas sem ajustes nutricionais para suínos machos castrados em terminação. Foram utilizados 72 suínos machos castrados, com peso inicial de $68,61 \pm 3,89$ kg, distribuídos em seis planos de suplementação com ractopamina durante 30 dias pré-abate (0 ppm; 5 ppm; 10 ppm; 20 ppm; 5 ppm durante 15 dias seguidos de 10 ppm durante 15 dias; e 10 ppm durante 15 dias seguidos de 20 ppm durante 15 dias), com seis repetições e dois animais por unidade experimental. A ractopamina melhorou a conversão alimentar. A suplementação com 5 ppm de ractopamina aumentou o ganho de peso diário. Os níveis de 10, 20 ppm e as suplementações graduais reduziram o consumo de ração diário e o consumo de nutrientes. Não houve influência da suplementação sobre o peso de carcaça quente e o comprimento de carcaça. A suplementação com ractopamina reduziu a espessura de toucinho e aumentou a profundidade de músculo, o percentual de carne magra, a quantidade de carne magra e o índice de bonificação das carcaças. É possível suplementar as dietas de suínos em terminação com 5 ppm de ractopamina nos 30 dias pré-abate sem ajustar os nutrientes das dietas. Por reduzir o consumo de alimento e de nutrientes em relação aos animais não suplementados, a suplementação com 10 e 20 ppm de ractopamina, e as suplementações graduais, de 5 para 10 ppm e de 10 para 20 ppm, tornam necessário o ajuste nutricional das dietas.

Palavras-chave: Aditivo. Agonista β -adrenérgico. Carcaça. Desempenho. Nutrição.

Abstract

MARÇAL, D.A. Ractopamine supplementation plans for finishing barrows. 2013. 37 f. Dissertação. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2013.

Ractopamine has been widely used in the diet of finishing pigs by improving performance and carcass characteristics, resulting in heavier carcasses, with higher amounts of lean meat and less fat. However, their efficiency is not constant throughout the supplementation period. There is a reduction in the intensity of effects on performance and carcass characteristics showing a maximal response among the first weeks of supplementation, and then a decrease occurs. Besides the reduction in responses to supplementation by increasing protein synthesis, the ractopamine causes a greatest amount of dietary nutrients, especially amino acids. However, the increased nutritional requirements dependent on the concentration of ractopamine provided in the diet. Therefore, the objective of this study was to evaluate different plans of ractopamine supplementation in diets without nutritional adjustments for finishing barrows. Were used 72 barrows with an initial weight of 68.61 ± 3.89 kg were divided into six supplementation ractopamina plans during 30 days before slaughter (0 ppm, 5 ppm, 10 ppm, 20 ppm, 5 ppm for 15 days followed by 10 ppm for 15 days, and 10 ppm for 15 days followed by 20 ppm for 15 days), with six replicates and two animals per experimental unit. Ractopamine improved feed conversion. Supplementation with 5 ppm ractopamine increased average daily gain. The levels of 10, 20 ppm and gradual supplementation reduced feed intake and nutrient intake. There was no effect of supplementation on hot carcass weight and carcass length. Ractopamine supplementation reduced backfat thickness and increased muscle depth, the percentage of lean meat, the amount of lean meat content and bonus carcass. It is possible supplementation with 5 ppm ractopamine level without adjusting aminoacidic in diets for finishing pigs. Due to reduce feed intake, the supplementation of 10 and 20 ppm and gradual supplementation of ractopamine becomes necessary to adjust nutrient diets.

Keywords: Additive. β -adrenergic agonist. Carcass. Nutrition. Performance.

Lista de tabelas

Tabela 1 - Composição centesimal e nutricional das dietas experimentais para suínos em fase de terminação.....	25
Tabela 2 - Desempenho de suínos machos castrados em terminação alimentados com dietas suplementadas com ractopamina.....	27
Tabela 3 - Características de carcaça de suínos machos castrados em terminação alimentados com dietas suplementadas com ractopamina.....	31

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	10
1 Ractopamina.....	11
2 Ractopamina na dieta de suínos.....	12
3 Exigências nutricionais de suínos alimentados com ractopamina.....	13
4 Suplementação gradual.....	15
Referências.....	17
PLANOS DE SUPLEMENTAÇÃO COM RACTOPAMINA EM DIETAS SEM AJUSTES AMINOACÍDICOS PARA SUÍNOS MACHOS CASTRADOS EM TERMINAÇÃO.....	20
Resumo.....	20
Abstract.....	21
Introdução.....	22
Material e Métodos.....	23
Resultados e Discussão.....	26
Conclusões.....	33
Referências.....	34
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	37

INTRODUÇÃO

Entre as atividades da cadeia produtiva de carnes, a suinocultura destaca-se pelo fato da carne suína ser o tipo de carne mais consumida no mundo. O Brasil tem um papel importante neste cenário ocupando a quarta posição no ranking mundial de produção e exportação de carne suína (ABIPECS, 2012).

Embora o crescimento no consumo de carne suína seja constante, a população tem dado preferência a produtos com menor quantidade de gordura. Portanto, para atender a demanda do mercado consumidor torna-se necessária a produção de suínos com maior quantidade de carne magra em relação ao teor de gordura na carcaça.

Desta forma, os suínos são constantemente submetidos a programas de melhoramento genético, que tem resultado em animais com alto potencial de deposição de carne magra. Associadas ao aumento do potencial genético para desenvolvimento muscular, estratégias nutricionais também são utilizadas para atender as exigências dos suínos, com o objetivo de maximizar a expressão do potencial genético destes animais.

A suplementação das dietas de suínos em terminação com ractopamina tem sido bastante utilizada nos últimos anos. Este aditivo tem a capacidade de redirecionar os nutrientes destinados à deposição de lipídeos para a deposição muscular, aumentando a quantidade de carne magra e reduzindo a gordura na carcaça, resultando em carcaças mais pesadas e com maior relação carne:gordura.

A ractopamina, geralmente, é fornecida aos suínos no período de três a cinco semanas pré-abate. Porém, após duas semanas de suplementação, ocorre uma redução na intensidade das respostas, devido aos fenômenos de *down-regulation* e dessensibilização. Aumentar a dose de ractopamina fornecida após duas semanas pode evitar a redução na intensidade dos efeitos da ractopamina.

Por aumentar a síntese proteica, a suplementação com ractopamina aumenta as exigências nutricionais dos suínos, principalmente de aminoácidos. Por este motivo, devem ser realizados ajustes nutricionais quando as dietas são suplementadas com ractopamina. Entretanto, a resposta dos suínos à ractopamina é dose-dependente, e as respostas aos níveis de aminoácidos em dietas suplementadas com ractopamina também dependem da quantidade de ractopamina fornecida (WEBSTER et al., 2007).

Assim como a falta de nutrientes pode prejudicar a ação da ractopamina, o excesso também pode ser prejudicial, uma vez que pode haver competição por sítio de absorção e excreção do excedente de nutrientes não utilizados que representam prejuízos econômicos e pode inclusive, provocar impactos ambientais negativos.

Sendo assim, este trabalho teve como objetivo estudar o efeito de diferentes planos de suplementação com ractopamina em dietas sem ajustes aminoacídicos para suínos machos castrados em terminação.

1 Ractopamina

A ractopamina é um agonista β -adrenérgico pertencente ao grupo das fenetanolaminas, as quais fazem parte de uma classe de compostos que se ligam aos receptores α e β -adrenérgicos, localizados na superfície da membrana celular (PALERMO NETO, 2002).

Após o estímulo provocado pela ligação do agonista ao receptor β -adrenérgico, o complexo agonista-receptor fixa-se sobre uma proteína de ligação que altera a fluidez da membrana permitindo o seu deslocamento lateral, resultando na ação catalítica da enzima adenilato ciclase, que por sua vez, forma o monofosfato cíclico de adenosina (AMPC), a partir do trifosfato de adenosina (ATP). O AMPC atua como mensageiro secundário ativando a proteína quinase A, que conduz à fosforilação de diversas enzimas, desencadeando assim, as respostas celulares finais ao estímulo da ractopamina (MERSMANN, 1998). Tais respostas incluem estímulo da lipólise; aumento da neoglicogênese; glicogenólise; aumento da insulina, glucagon e renina; relaxamento da musculatura lisa; e aumento da contração cardíaca (MOODY et al., 2000).

Os efeitos do uso da ractopamina estão relacionados à sua influência sobre a ação da insulina. Os tecidos adiposo e muscular são os mais notavelmente insulino-dependentes, sendo que os efeitos da insulina sobre cada um deles são alcançados por modificações que ela determina em algumas enzimas especificamente selecionadas (RIEGEL, 1996).

Nos adipócitos, a insulina promove a entrada de glicose com sua conversão em ácidos graxos e posterior deposição. A ractopamina inibe a ligação da insulina ao receptor β -adrenérgico, antagonizando sua ação e reduzindo a síntese e deposição de gordura. Assim, acredita-se que a eficiência da ractopamina está mais relacionada ao bloqueio da lipogênese do que ao aumento da lipólise (MILLS et al., 1990).

Paralelamente ao tecido adiposo, a ractopamina se liga aos receptores β -adrenérgicos presentes nas células musculares, que além de permitir maior entrada de aminoácidos nas células musculares, aumenta a velocidade com que os ribossomos percorrem as fitas de RNA mensageiro, fazendo com que mais proteína seja sintetizada em menos tempo (ADEOLA et al., 1992). Como resultado final, ocorre uma maior deposição de músculo com aumento no

diâmetro das fibras musculares, mais especificamente das fibras brancas e intermediárias (AALHUS et al., 1992).

2 Ractopamina na dieta de suínos

Os principais efeitos da suplementação das dietas de suínos em terminação com ractopamina são o aumento do ganho de peso, melhora da conversão alimentar, aumento do rendimento de carne magra e redução da quantidade de gordura na carcaça, sem grande influência sobre a qualidade da carne. Entretanto, tais melhoras dependem de vários fatores, como nível de inclusão, duração da suplementação, genética, condições ambientais e níveis nutricionais da dieta.

A partir da inclusão de 5 ppm de ractopamina, já são observadas melhoras significativas no desempenho dos suínos, principalmente no aumento do ganho de peso diário e melhora na conversão alimentar. A suplementação com 5, 7,5 e 10 ppm de ractopamina por 21 dias aumentou o ganho de peso diário, porém não houve diferença no ganho de peso entre os níveis de inclusão da ractopamina, ao passo que, a conversão alimentar apresentou melhora de 15,11% e 24,46% com a suplementação com 5 e 10 ppm, respectivamente (MAIN et al., 2009).

Porém, a suplementação com níveis mais elevados (10 e 20 ppm) apresenta benefícios mais pronunciados nas características de carcaça. Em relação aos animais suplementados com 5 ppm de ractopamina durante 27 dias, o fornecimento de 20 ppm aumentou o rendimento de carcaça, a área de olho de lombo e a quantidade de carne magra (ARMSTRONG et al., 2004).

A suplementação com níveis de 0, 5 e 10 ppm de ractopamina mostrou que a ractopamina melhorou o ganho de peso, a conversão alimentar, o rendimento de carcaça, reduziu a espessura de toucinho e aumentou a área de olho de lombo, porém, o nível de 10 ppm proporcionou maior área de olho de lombo que o nível de 5 ppm (AMARAL et al., 2009).

O ambiente térmico no qual os suínos são criados também exerce influência sobre a resposta dos animais aos efeitos da ractopamina. A suplementação com níveis de 0, 5, 10 e 20 ppm de ractopamina durante 28 dias melhorou de forma linear o ganho de peso, a conversão alimentar, a espessura de toucinho, a profundidade de músculo, o percentual de carne magra na carcaça e o índice de bonificação em suínos mantidos em conforto térmico, entretanto, suínos mantidos em estresse por calor, alimentados com dietas suplementadas com os mesmos níveis de ractopamina, pelo mesmo período, tiveram melhora apenas do ganho de

peso e da conversão alimentar, sem efeitos da suplementação nas características de carcaça (SANCHES et al., 2010a; SANCHES et al., 2010b).

O período de fornecimento de ractopamina também influencia a magnitude dos efeitos causados pela suplementação. Suínos alimentados com dietas suplementadas com ractopamina por períodos de 7 a 28 dias pré-abate, apresentaram efeitos semelhantes de ganho de peso, eficiência alimentar, peso e rendimento de carcaça com a suplementação entre 14 e 28 dias. Entretanto, o percentual de carne magra foi maior nos suínos que receberam a suplementação por 28 dias (MAIN et al., 2009).

Os efeitos da suplementação com ractopamina sobre a deposição de carne magra em detrimento da deposição de gordura podem ser observados em suínos com diferentes potenciais genéticos, porém, são mais evidentes em suínos com alto potencial de deposição de carne magra em relação à suínos com baixo potencial de ganho. Isto se deve ao fato da maior quantidade de receptores β -adrenérgicos existentes nas células musculares de suínos com alto potencial para deposição de carne magra (BARK et al., 1992; SCHINCKEL et al., 2002).

A suplementação de dietas com 7,4 ppm de ractopamina e três níveis de energia metabolizável aumentou o ganho de peso diário, melhorou a eficiência alimentar, aumentou o peso de carcaça e a área do músculo *Longissimus dorsi*, entretanto, não houve interação entre os níveis de ractopamina e energia (HINSON et al., 2011).

3 Exigências nutricionais de suínos alimentados com ractopamina

A ractopamina age como repartidor de nutrientes alterando o ganho de peso dos suínos, aumentando a síntese proteica e reduzindo a lipogênese. A deposição adicional de tecido muscular provocada pela suplementação com ractopamina demanda maiores quantidades de nutrientes na dieta, principalmente de aminoácidos (MITCHELL et al., 1991).

A concentração de lisina na proteína depositada na carcaça de suínos alimentados com dietas suplementadas com ractopamina varia de acordo com a quantidade de ractopamina fornecida, aumentando de 6,80 para 7,05, 7,09 e 7,15% com o aumento no fornecimento de 0 para 5, 10 e 20 ppm, respectivamente (SCHINCKEL et al., 2003). Portanto, a quantidade de aminoácidos fornecidos na dieta dos suínos deve ser reajustada, mantendo-se a relação entre os aminoácidos de acordo com o conceito de proteína ideal, para atender as necessidades adicionais causadas pela suplementação (SCHINCKEL et al., 2003; WEBSTER et al., 2007).

Na literatura existem diferentes recomendações em relação aos ajustes nutricionais necessários quando a ractopamina é utilizada. Mitchell et al. (1991) e Xiao et al. (1999), recomendam que animais recebendo ractopamina devem consumir uma dieta com, no

mínimo, 16% de proteína bruta e 30% a mais de lisina para atingirem resultados significativos de desempenho e características de carcaça. Através de equações de predição, Schinckel et al. (2003) observaram que o ajuste no nível de lisina varia de acordo com a quantidade de ractopamina adicionada à dieta. Rostagno et al. (2011) recomendam ajustes nutricionais de aminoácidos e fósforo de acordo com o nível e o período de fornecimento da ractopamina. Contudo, a resposta dos suínos aos níveis de lisina está relacionada ao nível de suplementação de ractopamina (WEBSTER et al., 2007).

A suplementação com 5 ppm de ractopamina e dois níveis de lisina digestível (0,67 e 0,87%) na dieta de suínos em terminação proporcionou desempenho semelhante entre os níveis de lisina digestível, porém os animais alimentados com o nível de 0,87% apresentaram maior profundidade de lombo. Em comparação aos animais que não consumiram ractopamina, houve efeito positivo da ractopamina sobre o ganho de peso diário, a conversão alimentar e a taxa de deposição de carne magra na carcaça, independentemente do nível de lisina utilizado (MARINHO et al., 2007).

Com a suplementação de 5 ppm de ractopamina na dieta de suínos em terminação e cinco níveis de lisina digestível (0,68, 0,78, 0,88, 0,98 e 1,08%), Almeida et al. (2010) observaram que o menor nível de lisina digestível foi suficiente para que os animais que receberam a ractopamina apresentassem ganho de peso diário superior, conversão alimentar melhor e área de olho de lombo maior.

A inclusão de quatro níveis de lisina digestível (0,80; 0,90; 1,00 e 1,10%) em dietas suplementadas com 20 ppm de ractopamina durante 28 dias para suínos em terminação e não causou diferenças no desempenho e nas características de carcaça entre os níveis de lisina digestível, indicando que o nível de 0,80% de lisina digestível foi suficiente para atender as necessidades aminoacídicas dos animais (SOUZA et al., 2011).

A suplementação de 0, 10 e 20 ppm de ractopamina, sem ajuste nutricional, promoveu aumento linear no ganho de peso diário e melhora linear da conversão alimentar. Além disso, houve redução linear no consumo diário de ração. As características da carcaça também tiveram melhora linear com a suplementação (CROME et al., 1996).

O fornecimento de aminoácidos acima das quantidades utilizadas pelos animais, além de representar perdas econômicas, devido ao elevado custo dos aminoácidos sintéticos, também pode prejudicar a ação da ractopamina, uma vez que pode ocorrer disputa por sítio de absorção e catabolismo entre o aditivo e os aminoácidos (ALMEIDA et al., 2010).

4 Suplementação gradual

Os efeitos positivos da suplementação das dietas de suínos em terminação com ractopamina são bastante estudados e comprovados na literatura. Porém, a resposta dos suínos à ractopamina não é constante durante todo o período de suplementação. Ela é mais intensa principalmente nas duas primeiras semanas de fornecimento, e após esse período, ocorre uma redução na resposta à suplementação (WILLIAMS et al., 1994; KELLY et al., 2003).

A redução na magnitude das respostas à suplementação com ractopamina ocorre principalmente, devido à dessensibilização dos receptores e a redução no número de receptores disponíveis, fenômeno chamado de *down regulation* (MILLS, 2002).

Aumentar a quantidade de ractopamina adicionada à dieta após duas semanas de suplementação pode evitar a redução das respostas e maximizar os efeitos positivos provocados pela ractopamina. A suplementação constante de 11,7 ppm de ractopamina ou com aumento na quantidade de ractopamina a cada duas semanas não apresentaram diferenças nos parâmetros de desempenho e características de carcaça. Entretanto, o efeito da ractopamina sobre o aumento no ganho de peso diário e a conversão alimentar em relação aos animais não suplementados foi observado apenas nas primeiras 4 semanas de suplementação, apresentando valores semelhantes aos animais do grupo controle nas duas últimas semanas (SEE et al., 2004).

O aumento na concentração de ractopamina, tanto após 14 dias de suplementação, como após 21 dias (5 para 10 ppm), aumentou o ganho de peso diário, melhorou a conversão alimentar e aumentou a profundidade de músculo em relação aos animais que receberam suplementação constante de 5 ppm durante 35 dias. Também houve efeito da ractopamina em relação aos animais que não receberam a suplementação, tanto com a suplementação constante quanto com a gradual, sobre as variáveis de ganho de peso, conversão alimentar, rendimento de carcaça, profundidade de músculo e quantidade de carne magra na carcaça (ARMSTRONG et al., 2005).

A suplementação com 5 ppm durante duas semanas seguida pela suplementação com 10 ppm por duas semanas aumentou o ganho de peso diário e melhorou a conversão alimentar em relação aos animais que não consumiram dietas suplementadas com ractopamina (POLETTTO et al., 2009).

Neste sentido, realizou-se o presente estudo para avaliar diferentes planos de suplementação com ractopamina em dietas sem ajustes aminoacídicos para suínos machos castrados em terminação. Com os resultados obtidos foi elaborado o artigo intitulado **“Planos de suplementação com ractopamina em dietas sem ajustes aminoacídicos para suínos**

machos castrados em terminação”, redigido conforme as normas da revista Ciência e Agrotecnologia e adaptações às normas para elaboração de dissertações do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal.

REFERÊNCIAS

- AALHUS, J.L.; SCHAEFER, A.L.; MURRAY, A.C. et al. The effect of ractopamine on myofibre distribution and morphology and their relation to meat quality in swine. **Meat Science**, v.31, p.397-409, 1992.
- ABIPECS - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA, 2012. Disponível em: www.abipecs.org.br acesso em novembro de 2012.
- ADEOLA, O.; BALL, R.O.; YOUNG, L.G. et al. Porcine skeletal muscle myofibrillar protein synthesis is stimulated by ractopamine. **Journal of Nutrition**, v.122, p.488-495, 1992.
- ALMEIDA, E.C.; FIALHO, E.T.; RODRIGUES, P.B. et al. Ractopamine and lysine levels on performance and carcass characteristics of finishing pigs. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1961-1968, 2010.
- AMARAL, N.O.; FIALHO, E.L.; CANTARELLI, V.S. et al. Ractopamine hydrochloride in formulated rations for barrows or gilts from 94 to 130 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1494-1501, 2009.
- ARMSTRONG, T.A.; IVERS, D.J.; WAGNER, J.R. et al. The effect of dietary ractopamina concentration and duration of feeding on growth performance, carcass characteristics, and meat quality of finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.82, p.3245-3253, 2004.
- ARMSTRONG, T.A.; KREMER, B.T.; MARSTELLER, T.A. et al. Effects of ractopamine step-up use programs on finishing pigs fed under commercial conditions. **Journal of Swine Health and Production**, v.13, p.66-71, 2005.
- BARK, L.J.; STAHLY, T.S.; CROMWELL, G.L. et al. Influence of genetic capacity for lean tissue growth on rate and efficiency of tissue accretion in pigs fed ractopamine. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3391-3400, 1992.
- CROME, P.K.; MCKEITH, F.K.; CARR, T.R. et al. Effect of ractopamina on growth performance, carcass composition, and cutting yields of pigs slaughtered at 107 and 125 kilograms. **Journal of Animal Science**, v.74, p.709-716, 1996.
- HINSON, R.B.; WIEGAND, B.R.; RITTER, M.J. et al. Impact of dietary energy level and ractopamine on growth performance, carcass characteristics, and meat quality of finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.89, p.3572-3579, 2011.
- KELLY, J.A.; TOKACH, M.D.; DRITZ, S.S. et al. Weekly growth and carcass response to feeding ractopamina (Paylan®). In: American Association of Swine Veterinarians, Perry, IA. 2003. **Proceedings...** Perry, 2003. P.51-58.
- MAIN, R.G.; DRITZ, S.S.; TOKACH, M.D. et al. Effects of ractopamine HCl dose and treatment period on pig performance in a commercial finishing facility. **Journal of Swine Health and Production**, v.17, p. 134-139, 2009.

MARINHO, P.C.; FONTES, D.O.; SILVA, F.C.O. et al. Efeito da ractopamina e de métodos de formulação de dietas sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos machos castrados em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1061-1068 (supl.), 2007.

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

MILLS, S.E. Implications of feedback regulation of beta-adrenergic signaling. **Journal of Animal Science**, v.80, p.30-35, 2002.

MILLS, S.E.; LIU, C.Y.; GU, Y.; SCHINCKEL, A.P. Effects of ractopamine on adipose tissue metabolism and insulin binding in finishing hogs. Interaction with genotype and slaughter weight. **Domestic Animal Endocrinology**, v.7, p.251-264, 1990.

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

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

PALERMO NETO, J. Agonistas de receptores β 2-adrenérgicos e produção animal. In: SPINOZA, H.S.; GORNIK, S.L.; BERNARDI, M.M. **Farmacologia aplicada a Medicina Veterinária**. 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. p. 545-557.

POLETO, R.; ROSTAGNO, M.H.; RICHERT, B.T. 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**, v.87, p.304-313, 2009.

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

ROSTAGNO, H.S.; SILVA, D.J.; COSTA, P.M.A. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3.ed. Viçosa: Horácio Santiago Rostagno, 2011.

SANCHES, J.F.; KIEFER, C.; CARRIJO, A.S. et al. Níveis de ractopamina para suínos machos castrados em terminação mantidos sob estresse por calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1523-1529, 2010a.

SANCHES, J.F.; KIEFER, C.; MOURA, M.S. et al. Níveis de ractopamina para suínos machos castrados em terminação e mantidos sob conforto térmico. **Ciência Rural**, v.40, p.403-408, 2010b.

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

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

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**, v.82, p.2474-2480, 2004.

SOUZA, E.O.; HAESE, D.; KILL, J.L. et al. Digestible lysine levels in diets supplemented with ractopamine. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.2186-2191, 2011.

WEBSTER, M.J.; GOODBAND, R.D.; TOKACH, M.D. et al. Interactive effects between ractopamina hydrochloride and dietary lysine on finishing pig growth performance, carcass characteristics, pork quality, and tissue accretion. **The Professional Animal Scientist**, p.597-611, 2007.

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

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

PLANOS DE SUPLEMENTAÇÃO COM RACTOPAMINA EM DIETAS SEM AJUSTES AMINOACÍDICOS PARA SUÍNOS MACHOS CASTRADOS EM TERMINAÇÃO

RESUMO

Realizou-se este trabalho com o objetivo de avaliar planos de suplementação de ractopamina em dietas sem ajustes aminoacídicos para suínos machos castrados em terminação. Foram utilizados 72 suínos machos castrados, com peso inicial de $68,61 \pm 3,89$ kg, distribuídos em seis planos de suplementação de ractopamina durante 30 dias pré-abate (0 ppm; 5 ppm; 10 ppm; 20 ppm; 5 ppm durante 15 dias seguidos de 10 ppm durante 15 dias; e 10 ppm durante 15 dias seguidos de 20 ppm durante 15 dias), com seis repetições e dois animais por unidade experimental. A suplementação com ractopamina melhorou a conversão alimentar. A suplementação com 5 ppm de ractopamina aumentou o ganho de peso diário. Os níveis de 10, 20 ppm e as suplementações graduais reduziram o consumo de ração diário e o consumo de nutrientes. Não houve influência da suplementação sobre o peso de carcaça quente e o comprimento de carcaça. A suplementação com ractopamina reduziu a espessura de toucinho e aumentou a profundidade de músculo, o percentual de carne magra, a quantidade de carne magra e o índice de bonificação das carcaças. É possível suplementar as dietas de suínos em terminação com 5 ppm de ractopamina nos 30 dias pré-abate sem ajustar os nutrientes das dietas. Por reduzir o consumo de alimento e de nutrientes em relação aos animais não suplementados, a suplementação com 10 e 20 ppm de ractopamina, e as suplementações graduais, de 5 para 10 ppm e de 10 para 20 ppm, tornam necessário o ajuste nutricional das dietas.

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: aditivo, agonista β -adrenérgico, carcaça, desempenho, nutrição

RACTOPAMINE SUPPLEMENTATION PLANS IN DIETS WITHOUT AMINO ACIDS ADJUSTMENT FOR FINISHING BARROWS

ABSTRACT

This study was conducted with the objective to evaluate plans of ractopamine supplementation in diets without amino acids adjustment for finishing barrows. Were used 72 barrows with an initial weight of 68.61 ± 3.89 kg were divided into six ractopamina supplementation plans during 30 days before slaughter (0 ppm, 5 ppm, 10 ppm, 20 ppm, 5 ppm for 15 days followed by 10 ppm for 15 days, and 10 ppm for 15 days followed by 20 ppm for 15 days), with six replicates and two animals per experimental unit. Ractopamine supplementation improved feed conversion. Supplementation with 5 ppm ractopamine increased average daily gain. The levels of 10, 20 ppm and gradual supplementation reduced feed intake and nutrient intake. There was no effect of supplementation on hot carcass weight and carcass length. Ractopamine supplementation reduced backfat thickness and increased muscle depth, the percentage of lean meat, the amount of lean meat content and bonus carcass. It is possible supplementation with until 5 ppm ractopamine levels without aminoacidic adjustment in diets for finishing pigs. Due to reduce feed intake, the supplementation of 10 and 20 ppm and gradual supplementation of ractopamine becomes necessary to adjust nutrient diets.

INDEX TERMS: additive agonist, β -adrenergic agonist, carcass, nutrition, performance

INTRODUÇÃO

Uma das alternativas na busca pela máxima eficiência alimentar e aumento da quantidade de carne magra na carcaça suína é a inclusão de ractopamina na dieta. Tem-se constatado que a ractopamina pode melhorar em até 10% o ganho de peso (ARMSTRONG et al., 2004) e em até 14,25% a conversão alimentar (POLETTTO et al., 2009) dos suínos. Além de promover melhora nas características de carcaça, com aumento de até 3,5% no percentual de carne magra, 18% na profundidade do músculo (SANCHES et al., 2010b) e redução de até 20,03% na espessura de toucinho (CANTARELLI et al., 2009).

A ractopamina age no interior da membrana celular estimulando os receptores do tipo beta. Porém, sob ação contínua da ractopamina, além da dessensibilização dos receptores também ocorre uma redução no número de receptores disponíveis na membrana, denominada *down regulation*. Estes fenômenos diminuem a resposta dos suínos ao estímulo provocado pela ractopamina (MILLS, 2002). O aumento na quantidade de ractopamina fornecida após duas semanas de suplementação pode evitar tal redução nas respostas de desempenho e características de carcaça (ARMSTRONG et al., 2005).

Aliado a questão do nível e tempo de suplementação com ractopamina, o nível de lisina também deve ser reajustado, mantendo-se o padrão de proteína ideal, visando atender a demanda adicional de proteína em função do aumento do anabolismo proteico causado pela ractopamina. Por este motivo, vários pesquisadores (MARINHO et al., 2007a; MAIN et al., 2009; ALMEIDA et al., 2010) adotam a recomendação de Xiao et al. (1999) de aumentar em 30% o nível de lisina em dietas suplementadas com ractopamina, independente do nível de inclusão do aditivo. Entretanto, a resposta dos suínos ao aumento dos níveis de lisina na dieta está relacionada ao nível de suplementação de ractopamina (WEBSTER et al., 2007).

O custo da utilização da ractopamina é elevado e associado à necessidade de reajuste na concentração aminoacídica, torna sua utilização inviável na prática. Assim, Rostagno et al.

(2011) estabeleceram ajustes aminoacídicos de acordo com o nível de inclusão de ractopamina na dieta. Neste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar planos de suplementação com ractopamina em dietas sem ajustes aminoacídicos para suínos machos castrados em terminação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, localizada no município de Terenos/MS. Foram utilizados 72 suínos, machos castrados, geneticamente similares, com peso inicial de $68,61 \pm 3,89$ kg. Os animais foram alojados em galpão de alvenaria, coberto com telhas de barro, em baias equipadas com um comedouro e um bebedouro pendular tipo chupeta.

Os animais foram distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso composto por seis planos de suplementação de ractopamina durante 30 dias pré-abate (0 ppm; 5 ppm; 10 ppm; 20 ppm; 5 ppm durante 15 dias seguidos de 10 ppm durante 15 dias; e 10 ppm durante 15 dias seguidos de 20 ppm durante 15 dias) e seis repetições, sendo a unidade experimental constituída por dois animais. Para a formação dos blocos levou-se em consideração o peso inicial dos animais.

Durante o período experimental, a temperatura e a umidade relativa do ambiente foram monitoradas diariamente às 8 e 16 horas, por meio de um conjunto de termômetros de bulbo seco e bulbo úmido e de globo negro. Os valores registrados foram, posteriormente, convertidos no índice de temperatura de globo e umidade caracterizando o ambiente térmico em que os animais foram mantidos.

As dietas experimentais (Tabela 1) foram formuladas à base de milho e farelo de soja, suplementadas com vitaminas e minerais, de modo a atender às exigências nutricionais estabelecidas por Rostagno et al. (2011) para suínos machos castrados de alto potencial

genético e desempenho superior. Os diferentes níveis de ractopamina foram obtidos a partir da inclusão de ractopamina em substituição ao caulim. Durante o período experimental foram fornecidos água e ração à vontade aos animais.

A ração fornecida, as sobras de ração dos comedouros e a ração desperdiçada foram pesadas para determinar o consumo de ração diário. A pesagem dos animais ocorreu no início e no final do experimento, para o cálculo do ganho de peso e da conversão alimentar. Os consumos de proteína bruta, lisina, energia metabolizável e ractopamina foram determinados utilizando-se os valores de consumo de ração.

Ao final do período experimental os animais foram encaminhados ao frigorífico e permaneceram em baias de espera, sendo submetidos a jejum de sólidos por 12 horas antes do abate.

Ao final da linha de abate as carcaças foram separadas em duas metades por um corte longitudinal na linha dorso-lombar, que corresponde a coluna vertebral, mensurando-se o seu comprimento da borda cranial da primeira costela até a borda cranial da sínfise pubiana, com auxílio de fita métrica. Também foram medidos, no ponto P2, situado à altura da 10ª costela, a espessura de toucinho e a profundidade do músculo *Longissimus dorsi* com o auxílio de paquímetro digital.

O percentual de carne magra na carcaça foi determinado por meio da equação: rendimento de carne (%) = $60 - (\text{espessura de toucinho} \times 0,58) + \text{profundidade do músculo} \times 0,10$, proposta por Bridi & Silva (2007). Para o cálculo do índice de bonificação de carcaça foi utilizada a equação proposta por Guidoni (2000): índice de bonificação = $23,6 + 0,286 \times \text{Peso de carcaça} + \text{Percentual de carne magra}$. A quantidade de carne magra na carcaça foi determinada por meio da multiplicação do percentual de carne magra pelo peso de carcaça.

Tabela 1. Composição centesimal e nutricional das dietas experimentais para suínos em fase de terminação

Ingredientes, kg	Ractopamina, ppm			
	0	5	10	20
Milho	81,40	81,40	81,40	81,40
Farelo de Soja, 45%	15,96	15,96	15,96	15,96
Óleo de soja	0,020	0,020	0,020	0,020
Fosfato bicálcico	0,899	0,899	0,899	0,899
Calcário	0,608	0,608	0,608	0,608
Premix ¹	0,100	0,100	0,100	0,100
Sal comum	0,354	0,354	0,354	0,354
L-Lisina HCl	0,359	0,359	0,359	0,359
DL-Metionina	0,078	0,078	0,078	0,078
L-Treonina	0,103	0,103	0,103	0,103
L-Triptofano	0,018	0,018	0,018	0,018
Ractopamina	0,000	0,025	0,050	0,100
Caulim	0,100	0,075	0,050	0,000
TOTAL, kg	100,00	100,00	100,00	100,00
Proteína bruta, g/kg	140,90	140,90	140,90	140,90
EM, kcal/kg	3.230	3.230	3.230	3.230
EL, kcal/kg	2.465	2.465	2.465	2.465
Lisina dig., g/kg	8,29	8,29	8,29	8,29
Met+Cist dig., g/kg	4,97	4,97	4,97	4,97
Treonina dig., g/kg	5,55	5,55	5,55	5,55
Triptofano dig., g/kg	1,49	1,49	1,49	1,49
Valina dig., g/kg	5,72	5,72	5,72	5,72
Cálcio, g/kg	5,12	5,12	5,12	5,12
Fósforo disp., g/kg	2,50	2,50	2,50	2,50
Sódio, g/kg	1,60	1,60	1,60	1,60

¹ Contém em 1 kg de ração: ferro, 0,1 g; cobre, 0,01 g; cobalto, 0,0002 g; manganês, 0,03 g; zinco, 0,1 g; iodo, 0,001 g; selênio, 0,0003 g; vit. A, 6.000 UI; vit. D₃, 1.000 UI; vit. E, 12 UI; vit. B₁, 0,0005 g; vit. B₂, 0,026 g; vit. B₆, 0,0007 g; ácido pantotênico, 0,01 g; vit. K₃, 0,0015 g; ácido nicotínico, 0,022 g; vit. B₁₂, 0,000015 g; ácido fólico, 0,0002 g; biotina, 0,0005 g; colina, 0,1 g e excipiente q.s.p., 1 g.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo procedimento GLM do programa estatístico SAS. As eventuais diferenças das variáveis obtidas entre os níveis de ractopamina foram avaliadas pelo teste Student-Newman-Keuls (SNK), a 10% de significância. As médias obtidas para os animais submetidos à dieta controle (isenta de ractopamina) foram comparadas as dos demais planos de suplementação de ractopamina por meio de análise de contrastes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período experimental os valores médios de temperatura ambiente, umidade relativa do ar, temperatura de globo negro e índice de temperatura de globo e umidade foram de $28,6 \pm 3,0^{\circ}\text{C}$, $65,1 \pm 15,7\%$, $28,6 \pm 3,0^{\circ}\text{C}$ e $77,1 \pm 3,4$, respectivamente. Considerando que a temperatura média registrada foi superior a temperatura crítica máxima de 27°C estabelecida para a categoria (SAMPAIO et al., 2004), pode-se inferir que os animais foram mantidos em ambiente de estresse moderado por calor.

Os planos de suplementação de ractopamina influenciaram ($P < 0,03$) o consumo de ração diário dos suínos (Tabela 2), e os animais alimentados com dietas suplementadas com 20 ppm de ractopamina apresentaram consumo de ração inferior aos alimentados com a dieta controle e a dieta contendo 5 ppm de ractopamina. Este resultado está de acordo com o observado por Crome et al. (1996) que constataram redução no consumo de ração diário conforme aumentou-se o nível de suplementação de ractopamina.

Comparando-se o consumo dos suínos de cada grupo suplementado com ractopamina ao dos animais do grupo controle, constatou-se que a suplementação com 10 ppm, 20 ppm e as suplementações graduais reduziram ($P < 0,08$) o consumo de ração. De maneira semelhante, See et al. (2004) observaram redução no consumo de ração, tanto com o fornecimento de dieta suplementada com o nível constante de 11,7 ppm, quanto com o fornecimento de dieta com

aumento gradual de 5 para 10 e de 10 para 20 ppm de ractopamina a cada 15 dias de suplementação.

Os planos de suplementação de ractopamina influenciaram ($P<0,03$) o consumo de proteína bruta, lisina digestível e energia metabolizável. A suplementação com 20 ppm de ractopamina reduziu o consumo destes nutrientes em relação ao consumo dos animais alimentados com a dieta controle e a dieta contendo 5 ppm de ractopamina. Esse resultado está de acordo com a resposta observada para o consumo de ração diário entre as dietas avaliadas.

Tabela 2. Desempenho de suínos machos castrados em terminação alimentados com dietas suplementadas com ractopamina

Rac, ppm	PI, kg	PF, kg	CRD, kg	GPD, kg	CA	CPB, g/dia	CLis, g/dia	CEM, Kcal/dia	CRac, g
0	68,25	94,28	2,58a	0,87	2,97a	363,52a	21,39a	8333,40a	0,00f
5	68,48	97,38	2,58a	0,96	2,69b	363,52a	21,39a	8333,40a	19,35e
10	69,30	95,76	2,38ab	0,88	2,70b	335,34ab	19,73ab	7687,40ab	35,73c
20	68,48	94,57	2,19b	0,87	2,52b	308,57b	18,16b	7073,70b	70,10a
5 – 10	68,60	94,26	2,35ab	0,86	2,73b	331,12ab	19,48ab	7590,50ab	26,40d
10 - 20	68,56	94,70	2,29ab	0,87	2,63b	322,66ab	18,98ab	7396,70ab	51,53b
Valor P	-	0,218	0,027	0,256	0,005	0,027	0,003	0,003	0,001
Probabilidade de F para os contrastes									
0 x 5	-	0,053	0,941	0,054	0,005	0,941	0,941	0,940	0,001
0 x 10	-	0,762	0,063	0,778	0,031	0,063	0,063	0,063	0,001
0 x 20	-	0,843	0,071	0,855	0,007	0,070	0,070	0,070	0,001
0x5-10	-	0,963	0,025	0,939	0,004	0,026	0,026	0,026	0,001
0x10-20	-	0,986	0,004	0,889	0,001	0,004	0,004	0,004	0,001
CV(%)	-	2,54	9,19	9,07	6,89	9,23	9,23	9,23	16,28

Rac: ractopamina; PI: peso inicial; PF: peso final; CRD: consumo de ração diário; GPD: ganho de peso diário; CA: conversão alimentar; CPB: consumo de proteína bruta; CLis: consumo de lisina digestível; CEM: consumo de energia metabolizável; CRac: consumo total de ractopamina.

^{a,b} Médias seguidas por letras distintas, nas colunas, diferem ($P<0,10$) pelo teste SNK.

Entretanto, quando se avaliou o consumo de proteína bruta, lisina digestível e energia metabolizável dos suínos do grupo controle aos demais que receberam dietas suplementadas com ractopamina, verificou-se que a suplementação de 10 e 20 ppm e as suplementações graduais reduziram ($P < 0,08$) o consumo destes nutrientes, o que está relacionado a utilização de dietas isonutritivas e a redução no consumo diário de ração dos animais.

Os planos de suplementação de ractopamina não influenciaram ($P > 0,10$) o ganho de peso diário dos suínos. Este resultado difere dos de Armstrong et al. (2004), que forneceram níveis de 0 a 20 ppm de ractopamina para suínos em terminação durante 27 dias e observaram aumento linear no ganho de peso de acordo com o aumento no nível de suplementação. Contudo, comparando-se o ganho de peso de cada grupo de animais suplementados ao do grupo controle, constatou-se que a suplementação com 5 ppm de ractopamina aumentou ($P < 0,06$) o ganho de peso diário dos suínos.

Esse resultado pode ser explicado pela redução no consumo de ração provocado pela suplementação com níveis superiores a 5 ppm de ractopamina na dieta. Dessa forma, os animais apresentaram menor ingestão de proteína, energia e aminoácidos conforme relatado anteriormente. Os resultados obtidos estão de acordo com Marinho et al. (2007b), que forneceram dietas suplementadas com dois níveis de ractopamina (0 e 5 ppm) e dois níveis de lisina digestível (0,67 e 0,87%) para suínos machos castrados em terminação e observaram que a suplementação com 5 ppm de ractopamina aumentou o ganho de peso diário em 9,9%, independente do nível de lisina digestível utilizado.

O peso final dos animais não foi influenciado ($P > 0,10$) pelos planos de suplementação de ractopamina. Estes resultados são similares aos obtidos por Sanches et al. (2010b) que avaliando a suplementação com 0, 5, 10 e 20 ppm de ractopamina na dieta de suínos em terminação não observaram diferença entre o peso final dos animais.

Entretanto, comparando-se o desempenho de cada grupo alimentado com dietas suplementadas ao do grupo controle, constatou-se que a suplementação com 5 ppm de ractopamina aumentou ($P<0,06$) o peso final dos animais. Resultado semelhante foi obtido por Marinho et al. (2007b), que avaliaram a suplementação com 0 e 5 ppm de ractopamina e observaram aumento de 2,78% no peso final dos suínos alimentados com a dieta suplementada.

A ractopamina provoca mudanças no metabolismo animal alterando a composição do ganho de peso dos animais, ocorrendo maior síntese proteica e bloqueio da lipogênese (SCHINCKEL et al., 2003). A deposição de proteína, por agregar mais moléculas de água que a deposição de gordura justifica o maior ganho de peso dos animais alimentados com dietas suplementadas com ractopamina (MARINHO et al., 2007a).

Os planos de suplementação de ractopamina influenciaram ($P<0,01$) a conversão alimentar dos suínos e os animais alimentados com a dieta controle apresentaram a pior conversão alimentar entre os tratamentos avaliados.

Na comparação da conversão alimentar dos animais que receberam a dieta controle às dos grupos que receberam as dietas suplementadas, observou-se que a suplementação com ractopamina melhorou ($P<0,04$) a conversão alimentar dos suínos. Estes resultados estão de acordo com os relatados por Main et al. (2009), que avaliaram a suplementação com 0, 5, 7,5 e 10 ppm de ractopamina na dieta de suínos em terminação por 21 dias e observaram melhora da conversão alimentar.

O efeito da suplementação das dietas com ractopamina sobre a melhora na conversão alimentar está relacionado à redução no consumo de alimento causado pela ractopamina sem alteração no ganho de peso dos animais, com exceção dos animais suplementados com 5 ppm de ractopamina que apresentaram maior ($P<0,06$) ganho de peso em relação aos suínos do grupo controle.

Considerando que não foi realizado ajuste nos níveis aminoacídicos das dietas experimentais, a redução do consumo de alimento e, portanto, de nutrientes, observada com suplementações com níveis superiores a 5 ppm, pode justificar a falta de efeito da ractopamina sobre o ganho de peso diário e o peso final dos animais alimentados com estas dietas. Por este motivo, alguns pesquisadores (MITCHELL et al., 1991; SCHINCKEL et al., 2003) recomendam o aumento de até 30% na concentração aminoacídica das dietas suplementadas com ractopamina e vários estudos (CORASSA et al., 2010; SANCHES et al., 2010ab; MOURA et al., 2011) utilizaram aumento de 20% no nível de aminoácidos em relação às recomendações nutricionais.

Os planos de suplementação com ractopamina não influenciaram ($P>0,10$) o peso de carcaça quente dos suínos (Tabela 3). Não foi observada diferença ($P>0,10$) entre o peso de carcaça quente dos grupos que receberam as dietas suplementadas com ractopamina e o daquele que recebeu a dieta controle. Estes resultados estão de acordo com os relatados por Carr et al. (2005) que não observaram efeito da suplementação com 10 ppm de ractopamina sobre o peso de carcaça de suínos em terminação.

Não foi verificado efeito ($P>0,10$) dos planos de suplementação de ractopamina sobre o comprimento de carcaça dos suínos, assim como não foi observada diferença ($P>0,10$) entre o comprimento de carcaça dos grupos suplementados e do grupo controle. Este resultado está de acordo com Almeida et al. (2010) que não observaram influência da suplementação com 5 ppm de ractopamina sobre o comprimento de carcaça de suínos em terminação.

Foi observado efeito ($P<0,03$) dos planos de suplementação de ractopamina sobre a espessura de toucinho dos suínos. Os animais alimentados com os planos de suplementação gradual apresentaram menores espessuras de toucinho em relação aos animais alimentados com a dieta controle. Porém, ao serem comparadas as espessuras de toucinho dos animais

alimentados com a dieta controle, observou-se que a inclusão de ractopamina reduziu ($P<0,10$) a espessura de toucinho dos suínos em todos os níveis de suplementação.

Tabela 3. Características de carcaça de suínos machos castrados em terminação alimentados com dietas suplementadas com ractopamina

Rac, ppm	PCQ,kg	CC, cm	ET, mm	PM, mm	CM, %	CM, kg	IB
0	69,80	92,17	12,52a	60,09c	58,75b	41,01b	102,31b
5	72,74	91,57	11,96ab	67,94a	59,86a	43,54a	104,26a
10	69,81	92,71	10,52ab	66,29ab	60,53a	42,26ab	104,09a
20	70,75	92,29	10,90ab	66,83ab	60,36a	42,70ab	104,20a
5 – 10	69,73	93,00	9,92b	63,62b	60,61a	42,26ab	104,15a
10 – 20	69,60	91,50	9,86b	66,15ab	60,90a	42,39ab	104,41a
Valor P	0,192	0,700	0,030	0,001	0,002	0,013	0,019

Probabilidade de F para os contrastes

0 x 5	0,597	0,472	0,008	0,083	0,001	0,059	0,001
0 x 10	0,111	0,588	0,074	0,001	0,055	0,001	0,001
0 x 20	0,559	0,640	0,041	0,001	0,002	0,054	0,001
0 x 5-10	0,893	0,567	0,008	0,001	0,001	0,041	0,001
0 x 10-20	0,219	0,929	0,096	0,001	0,005	0,018	0,001
CV (%)	5,17	3,08	21,75	6,29	2,20	5,41	19,50

Rac: ractopamina; PCQ: peso de carcaça quente; CC: comprimento de carcaça; PM: profundidade de músculo; CM: carne magra; IB: índice de bonificação de carcaças.

^{a,b} Médias seguidas por letras distintas, nas colunas, diferem ($P<0,10$) pelo teste SNK.

Em estudo semelhante, See et al. (2004) observaram redução na espessura de toucinho dos suínos alimentados com dietas suplementadas com ractopamina, tanto com a suplementação de níveis constantes quanto com a suplementação gradual. Além disso, estes pesquisadores não observaram diferença entre a espessura de toucinho dos animais suplementados com níveis constantes ou com aumento gradual de ractopamina.

Houve efeito ($P<0,01$) dos planos de suplementação de ractopamina sobre a profundidade de músculo. Os maiores valores observados para esta variável foram apresentados pelos animais alimentados com a dieta suplementada com 5 ppm de

ractopamina, enquanto os animais do tratamento controle apresentaram as menores profundidades de músculo. Ainda assim, comparando-se a profundidade de músculo de cada grupo suplementado com ractopamina à do grupo controle, observou-se que a ractopamina causou aumento ($P<0,09$) na profundidade de músculo em todos os níveis de suplementação. Marinho et al. (2007a) avaliaram dietas suplementadas com 5 ppm de ractopamina para suínos em terminação e constataram que o aditivo aumentou a profundidade de músculo.

Observou-se efeito ($P<0,01$) dos planos de suplementação de ractopamina sobre o percentual de carne magra na carcaça. A carcaça dos animais alimentados com a dieta controle apresentou o menor percentual de carne magra. Na comparação de cada um dos grupos alimentados com dietas suplementadas ao do grupo controle, observou-se que os animais alimentados com as dietas suplementadas apresentaram maiores ($P<0,06$) percentuais de carne magra. Amaral et al. (2009) avaliaram a suplementação com 5 e 10 ppm de ractopamina para suínos em terminação e observaram que a ractopamina aumentou o percentual de carne magra na carcaça.

A quantidade de carne magra na carcaça dos animais também foi influenciada ($P<0,02$) pelos planos de suplementação com ractopamina. O grupo alimentado com 5 ppm de ractopamina na dieta apresentou maior quantidade de carne magra em relação aos animais que receberam a dieta controle. Contudo, na comparação de cada grupo alimentado com ractopamina ao grupo controle, observou-se aumento ($P<0,06$) na quantidade de carne magra na carcaça em todos os planos de suplementação. O aumento na quantidade de carne magra em resposta à suplementação de ractopamina está de acordo com as observações de Marinho et al. (2007a) que constataram maiores taxas de deposição de carne magra na carcaça de suínos alimentados com 5 ppm de ractopamina.

Os efeitos positivos da suplementação com ractopamina sobre as características de carcaça estão relacionados à redução da síntese de ácidos graxos no tecido adiposo e ao aumento na síntese proteica no músculo (SCHINCKEL et al., 2003).

Observou-se efeito ($P < 0,02$) dos planos de suplementação de ractopamina sobre o índice de bonificação de carcaças, em que o menor índice foi observado na carcaça dos animais alimentados com a dieta controle. Na comparação entre cada grupo alimentado com dietas suplementadas e o grupo controle, observou-se aumento ($P < 0,01$) no índice de bonificação em todos os planos de suplementação de ractopamina. Resultado semelhante foi observado por Cantarelli et al. (2009) que constataram aumento no índice de bonificação ao avaliarem o efeito da suplementação com 5 ppm de ractopamina sobre as características de carcaça de suínos em terminação.

Apesar de não terem sido realizados os ajustes aminoacídicos, a utilização da ractopamina promoveu melhoras desejáveis nas características de carcaça dos animais. Resultado que indica a possibilidade de suplementação com 5 ppm de ractopamina sem a correção aminoacídica.

CONCLUSÕES

É possível suplementar as dietas de suínos em terminação com 5 ppm de ractopamina nos 30 dias pré-abate sem ajustar os nutrientes das dietas. Por reduzir o consumo de alimento e de nutrientes em relação aos animais não suplementados, a suplementação com 10 e 20 ppm de ractopamina, e as suplementações graduais, de 5 para 10 ppm e de 10 para 20 ppm, tornam necessário o ajuste nutricional das dietas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, V.V.; BERENCHTEIN, B.; COSTA, L.B.; TSE, M.L.P.; BRAZ, D.B.; MIYADA, V.S. Ractopamina, cromo-metionina e suas combinações como aditivos modificadores do metabolismo de suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n.9, p.1969-1977, 2010.
- AMARAL, N.O.; FIALHO, E.L.; CANTARELLI, V.S.; ZANGERONIMO, M.G.; RODRIGUES, P.B.; GIRÃO, L.V.C. Ractopamine hydrochloride in formulated rations for barrows or gilts from 94 to 130 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.8, p.1494-1501, 2009.
- ARMSTRONG, T.A.; IVERS, D.J.; WAGNER, J.R.; ANDERSON, D.B.; WELDON, W.C.; BERG, E.P. The effect of dietary ractopamina 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.
- ARMSTRONG, T.A.; KREMER, B.T.; MARSTELLER, T.A.; MECHLER, D. Effects of ractopamine step-up use programs on finishing pigs fed under commercial conditions. **Journal of Swine Health and Production**, Perry, v.13, n.2, p.66-71, mar./apr. 2005.
- BRIDI, A.M.; SILVA, C.A. **Métodos de avaliação de carcaça e da carne suína**. Londrina: Midiograf, 2007. 97p.
- CANTARELLI, V.S.; FIALHO, E.T.; ALMEIDA, E.C.; ZANGERONIMO, M.G.; AMARAL, N.O.; LIMA, J.A.F. Características da carcaça e viabilidade econômica do uso de cloridrato de ractopamina para suínos em terminação com alimentação à vontade ou restrita. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.3, p.844-851, mai./jun. 2009.
- CARR, S.N.; RINCKER, P.J.; KILLEFER, J.; BAKER, D.H.; ELLIS, M.; MCKEITH, F.K. Effects of different cereal grains and ractopamine hydrochloride on performance, carcass characteristics, and fat quality in late-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.83, n.1, p.223-230, 2005.
- CORASSA, A.; LOPES, D.C.; TEIXEIRA, A.O. Desempenho, características de carcaça e composição óssea de suínos alimentados com diferentes níveis de ractopamina e fitase. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n.8, p.1740-1747, 2010.
- CROME, P.K.; MCKEITH, F.K.; CARR, T.R.; JONES, D.J.; MOWREY, D.H.; CANNON, J.E. Effect of ractopamine on growth performance, carcass composition, and cutting yields of pigs slaughtered at 107 and 125 kilograms. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.74, n.4, p.709-716, 1996.
- GUIDONI, A.L. [2000]. Melhoria de processos para a tipificação e valorização de carcaças suínas no Brasil. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 1., 2000, Concórdia. **Anais eletrônicos...** Concórdia: CNPSA, 2000. Disponível em: <
http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/anais00cv_guidoni_pt.pdf> Acesso em: 05/10/2011.

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

MARINHO, P.C.; FONTES, D.O.; SILVA, F.C.O.; SILVA, M.A.; PEREIRA, F.A.; AROUCA, C.L.C. Efeito da ractopamina e de métodos de formulação de dietas sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos machos castrados em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.4, p.1061-1068, 2007a (supl.).

MARINHO, P.C.; FONTES, D.O.; SILVA, F.C.O.; SILVA, M.A.; PEREIRA, F.A.; AROUCA, C.L.C. Efeitos dos níveis de lisina digestível e da ractopamina sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos machos castrados em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.6, p.1791-1798, 2007b.

MILLS, S.E. Implications of feedback regulation of beta-adrenergic signaling. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.80, n.1, p.30-35, 2002 (supl.).

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

MOURA, M.S.; KIEFER, C.; SILVA, C.M.; SANTOS, A.P.; FANTINI, C.C.; LUCAS, L.S. Energia líquida e ractopamina para leitoas em terminação sob altas temperaturas ambientais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.5, p.888-894, mai. 2011.

POLETTI, R.; ROSTAGNO, M.H.; RICHERT, B.T.; MARCHANT-FORDE, J.N. 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.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3.ed. Viçosa, MG: UFV, 2011. 252p.

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

SANCHES, J.F.; KIEFER, C.; CARRIJO, A.S.; MOURA, M.S.; SILVA, E.A.; SANTOS, A.P. Níveis de ractopamina para suínos machos castrados em terminação mantidos sob estresse por calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n.7, p.1523-1529, 2010a.

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

SCHINCKEL, A.P.; LI, N.; RICHERT, B.T.; PRECKEL, P.V.; EINSTEIN, M.E. Development of a model to describe the compositional growth and dietary lysine requirements of pig fed ractopamine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.81, n.5, p.1106-1119, 2003.

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

WEBSTER, M.J.; GOODBAND, R.D.; TOKACH, M.D.; NELSEN, J.L.; DRITZ, S.S.; UNRUH, J.A.; BROWN, K.R.; REAL, D.E.; DEROUCHÉY, J.M.; WOODWORTH, J.C.; GROESBECK, C.N.; MARSTELLER, T.A. 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.

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

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A suplementação das dietas de suínos em terminação com 5 ppm de ractopamina sem ajustes aminoacídicos aumenta o ganho de peso, melhora a conversão alimentar, aumenta a profundidade de músculo, a quantidade de carne magra na carcaça e o índice de bonificação, além de reduzir a espessura de toucinho, sem alteração no consumo de ração, e de nutrientes, em comparação aos suínos que não recebem a suplementação.

A suplementação das dietas de suínos em terminação com 10 e 20 ppm de ractopamina, e as suplementações graduais, sem ajustes aminoacídicos, reduzem o consumo de ração e de nutrientes, melhoram a conversão alimentar, aumentam a profundidade de músculo, a quantidade de carne magra e o índice de bonificação, e reduzem a espessura de toucinho em relação aos animais que não consomem dietas suplementadas.

É pertinente a realização de novos estudos analisando-se a viabilidade econômica da utilização da ractopamina, considerando os ajustes nutricionais necessários e o retorno econômico ao suinocultor, assim como, analisando-se as variáveis relativas à qualidade da carne produzida.