

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

**RACTOPAMINA EM DIETAS COM AJUSTES
NUTRICIONAIS PARA SUÍNOS MACHOS CASTRADOS
EM TERMINAÇÃO SOB CLIMA QUENTE**

Rafael Arantes Rosa

**CAMPO GRANDE, MS
2013**

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

**RACTOPAMINA EM DIETAS COM AJUSTES
NUTRICIONAIS PARA SUÍNOS MACHOS CASTRADOS EM
TERMINAÇÃO SOB CLIMA QUENTE**

Rafael Arantes Rosa

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

RAFAEL ARANTES ROSA

"RACTOPAMINA EM DIETAS COM AJUSTES NUTRICIONAIS PARA SUÍNOS
MACHOS CASTRADOS EM TERMINAÇÃO SOB CLIMA QUENTE"

"Ractopamine in diets with nutritional adjustment for finishing barrows under
hot weather"

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.

Área concentração: Produção Animal

APROVADA: 22/03/2013


Dr. Charles Kiefer
Orientador


Dr. João Garcia Caramori Júnior


Dra. Liliane Maria Piano Gonçalves

RESUMO

ROSA, Rafael Arantes, Ractopamina em dietas com ajustes nutricionais para suínos machos castrados em terminação sob clima quente, 2013, 31 f., Dissertação de Mestrado – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2013.

O objetivo do estudo foi avaliar a suplementação gradual de ractopamina em dietas com ajustes nutricionais para suínos machos castrados em terminação sob clima quente. Foram utilizados 84 suínos machos castrados, com peso inicial de $68,18 \pm 2,30$ kg, adotou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, distribuídos em seis planos de suplementação de ractopamina: quatro planos constantes por 30 dias (controle - 0ppm; 5ppm; 10ppm; 20ppm), e dois planos com aumento gradual do décimo quinto dia (5ppm durante 15 dias seguidos de 10ppm durante 15 dias; e 10ppm durante 15 dias seguidos de 20ppm durante 15 dias). Os animais foram distribuídos em um delineamento em blocos ao acaso com sete repetições e dois animais por unidade experimental. O período experimental teve duração de 30 dias. O peso final, ganho de peso diário, consumo de ração diário, conversão alimentar, peso de carcaça e comprimento de carcaça, espessura de toucinho, profundidade de músculo, percentual de carne magra, quantidade de carne magra e o índice de bonificação das carcaças não foram influenciados pelos tratamentos. Os consumos de lisina diário para os tratamentos com até 5ppm de ractopamina não foram influenciados, sendo que o tratamento gradual 5-10 e os níveis maiores que 5ppm de ractopamina apresentaram maior consumo de lisina diário. Dietas suplementadas com ractopamina e ajustadas nutricionalmente não melhoram o desempenho e as características de carcaça de suínos em terminação, sob clima quente. Na análise de contrastes as suplementações graduais de 5-10 e 10-20ppm de ractopamina aumentam a quantidade de carne magra e a suplementação gradual 5-10ppm apresentaram uma melhor bonificação de carcaça quando comparados aos animais não suplementados, sob clima quente.

Palavras-chave: beta-adrenérgico, microingrediente, nutrição, proteína ideal

ABSTRACT

ROSA, Rafael Arantes, Ractopamine in diets with nutritional adjustments for finishing barrows under hot weather, 2013, f. 31, Master's Thesis - Faculty of Veterinary Medicine, Federal University of Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2013.

The objective of evaluating the gradual supplementation of diets with ractopamine in nutritional adjustments for finishing barrows under hot weather. We used 84 barrows with an initial weight of 68.18 ± 2.30 kg, we adopted the experimental design of randomized blocks, spread over six plans ractopamine supplementation: four plans listed for 30 days (control - 0 ppm, 5 ppm, 10 ppm, 20 ppm), and two planes with gradual increase of the fifteenth day (5 ppm for 15 days at 10 ppm for 15 days, and 10 ppm for 15 days at 20 ppm for 15 days) . The animals were distributed in a complete randomized block design with seven replicates of two animals per experimental unit. The experimental period lasted 30 days. The final weight, average daily gain, feed intake, feed conversion, carcass weight and carcass length, backfat thickness, muscle depth, percentage of lean meat, lean meat and the amount of allowance index carcasses were not affected by treatments. The daily intake of lysine for treatments up to 5ppm of ractopamine were not influenced, but the treatment gradual 5-10 and levels higher than 5 ppm of ractopamine showed higher daily intake of lysine. Diets supplemented with ractopamine and not adjusted nutritionally enhance performance and carcass characteristics of finishing pigs under hot weather. The analysis contrasts the gradual supplementation of 5-10 and 10-20 ppm of ractopamine increase the amount of lean meat and gradual supplementation 5-10 ppm showed better housing subsidy compared to non-supplemented animals under hot weather.

Key words: beta-adrenergic, ideal protein, microingrediente, nutrition

Lista de tabelas

Tabela 1 - Composição centesimal e nutricional das dietas.....	22
Tabela 2 - Desempenho de suínos machos castrados em terminação em função dos planos de suplementação de ractopamina.....	25
Tabela 3 - Características de carcaça de suínos machos castrados em terminação em função dos planos de suplementação de ractopamina.....	27

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	06
REVISÃO DA LITERATURA.....	07
1 Mercado suíno no Brasil	07
2 Temperaturas ambientais elevadas	08
3 Suplementação de ractopamina na dieta de suínos.....	09
3.1 Níveis de ractopamina e duração da suplementação.....	10
3.2 Ajustes nutricionais de dietas contendo ractopamina.....	11
REFERÊNCIAS.....	13
RACTOPAMINA EM DIETAS COM AJUSTES NUTRICIONAIS PARA SUÍNOS MACHOSCASTRADOS EM TERMINAÇÃO SOB CLIMA QUENTE.....	17
Resumo.....	17
Introdução.....	18
Material e Métodos.....	19
Resultados e Discussão.....	23
Conclusões.....	29
Referências.....	30

INTRODUÇÃO

Dentre as fases de produção, a terminação apresenta maior mudança na composição da carcaça, com aumento do desenvolvimento muscular e da deposição de gordura. Nessa fase, ocorre a piora na conversão alimentar em razão do aumento da deposição de gordura, sendo necessária a formulação de dieta específica para melhorar a eficiência de utilização dos nutrientes e melhorar o desempenho dos animais.

Nesse sentido, um recurso nutricional que muitos produtores têm adotado é a suplementação de agonista β -adrenérgico nas dietas, como a ractopamina, que é classificada como um microingrediente e que atua modificando o metabolismo dos suínos (AGOSTINI et al., 2008).

A ractopamina atua melhorando a retenção de nitrogênio, as taxas de crescimento, atuando em vias metabólicas específicas, principalmente nos metabólitos proteicos, lipídico e dos carboidratos, redirecionando os nutrientes da dieta e favorecendo a síntese proteica em detrimento da deposição de tecido adiposo na carcaça (WATKINS et al., 1990; ARMSTRONG et al., 2004; GUNAWAN et al., 2007). Em nível celular, a ractopamina pode inibir a lipogênese e estimular a lipólise (MILLS, 2002).

As alterações metabólicas causadas pela inclusão de ractopamina na dieta podem alterar as exigências nutricionais dos suínos promovendo aumento da exigência de lisina e dos demais aminoácidos (SCHINCKEL et al., 2003; APPLE et al., 2004; MARINHO et al., 2007b).

Além da inclusão de microingrediente na dieta como a ractopamina, outros fatores podem influenciar a eficiência de produção, a composição de carcaça e as exigências nutricionais dos suínos como o peso corporal, a idade ou fase de produção, níveis nutricionais, nível de alimentação, manejo nutricional, as instalações e os elementos ambientais como a temperatura e a umidade do ar (FERREIRA, 2000).

Tem-se evidenciado que suínos em terminação, por serem mais pesados, são mais sensíveis aos efeitos do estresse térmico causado pelas temperaturas ambientais elevadas, sendo que a piora observada no desempenho desses animais deve-se principalmente à redução no consumo de ração e ao custo energético associado aos processos de termorregulação (MANNO et al., 2006).

Considerando o predomínio de temperaturas ambientais elevadas na região Centro-Oeste do Brasil e os seus efeitos sobre o padrão de composição de carcaça, associado às alterações metabólicas proporcionadas pela suplementação de ractopamina na dieta dos

suínos, realizou-se o presente estudo com objetivo de avaliar a suplementação gradual de ractopamina em dietas com ajustes nutricionais para suínos machos castrados em terminação sob clima quente do Centro Oeste brasileiro.

REVISÃO DA LITERATURA

1 Mercado Suíno no Brasil

Em 1970, o plantel de suínos no Brasil era composto por 31,5 milhões de cabeças e a produção anual de 705 mil toneladas de carne suína. Durante 35 anos o crescimento do plantel foi de apenas 4,4%, enquanto a produção aumentou 283%. (CELANT et al., 2000; PORKWOLD, 2006).

Segundo dados ABIPECS, (2012) - Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína o Brasil, produziu em 2011, 3.397,8 mil toneladas de carne suína, sendo 91,84% oriundo de sistema de exploração comercial, sendo que o peso médio das carcaças, de 2004 para 2011, aumentou em aproximadamente cinco quilos.

Estes melhores resultados zootécnico-econômicos na produção de suínos tem sido alcançados pelo avanço da nutrição animal aliado às constantes pesquisas em genética, sanidade, manejo e ambiência.

Atualmente, a carne suína representa a proteína de origem animal mais consumida no mundo, totalizando 39% do consumo total de carnes. A China é a maior consumidora desta carne, totalizando 49.810 mil/ton ao ano, sendo Hong Kong a cidade com maior consumo per capita com 66,50 kg/habitante (SCHOELER, 2012).

No Brasil, a carne de frango se consolida como a principal proteína animal consumida pela população, com consumo per capita em 2012 de 47,1 quilos por habitante/ano, seguido pelo consumo de carne bovina com consumo per capita de 36 quilos por habitante/ano e em terceiro lugar na preferência fica a carne suína com 14,8 quilos por habitante/ano (GLOBORUAL, 2012).

As exportações brasileiras de carne suína renderam US\$ 1,4 bilhão em 2012, crescimento de 4,2% sobre o ano anterior, em volume, as vendas externas somaram 581,4 mil toneladas, salto de 12,6% sobre as 516,4 mil toneladas comercializadas em 2011. Todavia, o mercado interno ainda passa por grandes instabilidades no que tange ao preço e à produção. Recentemente, crises atreladas a problemas, como crescimento na concorrência nas

exportações, a porcentagem do custo de logística, rodovias em piores condições, altas no preço da matéria prima, tem afetado o custo de produção dos suínos (ABIPECS, 2012).

Os custos portuários no Brasil foram 70% maior que na Europa, a produtividade dos portos brasileiros é 70% inferior ao dos países concorrentes. Além disso, o custo com a mão de obra deixou de ser um fator competitivo, em 2010 correspondendo a 10% do custo de produção. Em novembro de 2011, o preço médio do suíno foi de R\$ 2,65/kg proporcionando aos produtores margem de R\$ 0,244/kg, entretanto com os altos custos de produção R\$ 2,53/kg e o preço suíno R\$ 2,00/kg, em junho de 2012, a margem ficou negativa - R\$ 0,534, causando prejuízos aos criadores (CAMARGO NETO, 2012).

O estado de Mato Grosso do Sul está em oitavo lugar na escala de produção nacional, com rebanho suíno de 1.204 mil cabeças, sendo 56.514 fêmeas matrizes, aproximadamente três por cento do rebanho de matrizes do país. Produzindo 102,1 mil toneladas carne suína, representando 19,65% do número de cabeças do Centro-Oeste e de 2,73% do total de cabeças do Brasil (ANUÁRIO ESTATÍSTICO, 2010).

2 Temperaturas ambientais elevadas

O desempenho dos suínos tem sido influenciado pela variabilidade do clima, cuja amplitude, em determinadas estações do ano, ultrapassa os limites das condições de conforto animal. Tem se constatado que as altas temperaturas são associadas à redução do desempenho devido à diminuição do consumo de alimento e ao custo energético associado à dissipação do calor, além disso, os suínos que apresentam elevadas taxas de deposição de proteína corporal são os mais prejudicados pelas altas temperaturas ambientais (PAIANO et al., 2007).

Fatores ambientais externos e o microclima dentro das instalações exercem efeitos diretos e indiretos sobre os suínos em todas as fases de produção, mas que se agravam na fase de terminação, com aumento na sensibilidade dos suínos ao calor e redução na produtividade (HANNAS, 1999).

Quando os suínos são submetidos a temperaturas elevadas, ocorrem alterações fisiológicas e metabólicas que resultam em menor taxa de crescimento, redução da eficiência de utilização dos alimentos e alterações na composição da carcaça desses animais (TAVARES et al., 2000).

A redução do consumo de ração em animais mantidos em ambiente quente tem sido apontada como o principal componente responsável pela queda no desempenho dos suínos (FIALHO et al., 2001). Porém, além dos efeitos da redução do consumo, pode estar envolvido

o efeito direto da temperatura sobre a utilização de nutrientes e a produção de calor pelos animais (COLLIN et al., 2001). Pouco se sabe sobre o quanto é possível atribuir a queda na produtividade ao consumo de ração, e sobre o ponto a partir do qual a influência é exclusivamente do ambiente (MANNO et al., 2005).

SANCHES et al. (2010) avaliando níveis de 0, 5, 10 e 20 ppm de ractopamina/kg de ração para suínos machos castrados sobre estresse por calor, verificaram que para os índices desempenho, peso final, ganho de peso diário e conversão alimentar, houve efeito linear positivo de acordo com o aumento da inclusão da ractopamina na dieta (0, 5, 10, 20 ppm) e não constataram efeito sobre as características de carcaça. Da mesma forma, SILVA et al. (2011) observaram efeito da suplementação com ractopamina sobre o desempenho dos animais e não encontraram efeito sobre as características de carcaça de leitoas em terminação mantidas sob alta temperatura ambiente suplementadas com dietas contendo 0 e 20 ppm de ractopamina.

Existem poucos estudos que associem os efeitos da suplementação de ractopamina em condições de temperaturas ambientais elevadas. A utilização de ractopamina deve ser estudada em climas quentes para constatar se ocorre ou não seu efeito sobre o desempenho e características dos suínos, podendo com submissão dos animais a altas temperaturas, reduzir o consumo de ração diária e mesmo com o ajuste da dieta os animais não consumirem sua necessidade diária de nutrientes, sendo suprimido o efeito esperado da ractopamina.

3 Suplementações de ractopamina na dieta dos suínos

A ractopamina pode ser classificada como um promotor de eficiência alimentar, pois pode alterar o metabolismo, reduzindo significativamente os teores de gordura da carcaça dos suínos (AGOSTINI et al., 2008).

A redução da deposição de gordura deve-se ao efeito agonista β -adrenérgico no tecido adiposo, em que os β -receptores quando ativados pelas catecolaminas, estimulam a lipólise e, conseqüentemente, ocorre redução do teor de gordura (PETERLA et al., 1990).

A eficiência dos beta-agonistas na redução da deposição de lipídios no tecido adiposo do animal, possivelmente seja mais dependente em bloquear a lipogênese, do que em estimular a lipólise, embora exista uma variação considerável entre os beta-agonistas, quanto a sua eficiência em bloquear a lipogênese e estimular a lipólise (RUTZ, 1999; HAESE & BUNZEN, 2005).

Paralelamente a ação sobre o tecido adiposo, a ractopamina se liga aos β -receptores presentes na membrana plasmática das células musculares, aumentando a retenção de aminoácidos e potencializando a síntese proteica nessas células. A ação hipertrófica da ractopamina sobre o músculo esquelético pode ser mediada pelo IGF-I (Fator de crescimento semelhante a insulina-I), que atua estimulando a síntese de proteína miofibrilar pelas células musculares (ADEOLA et al., 1992).

O estímulo proporcionado pela ractopamina sobre a síntese proteica pode gerar o aumento da massa muscular. Um dos efeitos mais conhecidos da ractopamina em suínos é o incremento da musculatura esquelética por meio da hipertrofia das fibras musculares, mais especificamente das fibras brancas e intermediárias (AALHUS et al., 1992). Estudos comprovaram que a suplementação da ractopamina para suínos em terminação aumentou a quantidade de carne na carcaça (SILVA et al., 2008; CORASSA et al., 2010).

Suínos alimentados com dietas contendo 5 ppm de ractopamina apresentam melhora de 12 e 15% na conversão alimentar (CROME et al., 1996; MARINHO et al., 2007b). Além de melhorar a conversão alimentar, a ractopamina tem proporcionado melhora do ganho de peso dos suínos (MARINHO et al., 2007b; MORAES et al., 2010).

A suplementação de ractopamina na dieta de suínos também proporciona melhora da qualidade de carcaça por reduzir a espessura de toucinho e aumentar a deposição de proteína (MARINHO et al., 2007a).

3.1 Níveis de ractopamina e duração da suplementação

A intensidade da resposta mediada pelo receptor é reduzida com a exposição prolongada da célula à ractopamina (RUTZ et al., 1999). A redução é denominada dessensibilização e está associada ao sistema da adenilato ciclase, tendo sido constatado após redução da lipólise de tecido suíno *in vitro* com ractopamina.

Avaliando a suplementação de 10 ppm ractopamina, MIMBS et al. (2005) não observaram efeito da suplementação durante 7, 14, 21 e 28 dias sobre o peso final dos suínos, mas o microingrediente melhorou a eficiência de utilização dos nutrientes da dieta, quando suplementado na dieta durante 21 e 28 dias.

Utilizando 20 ppm de ractopamina para suínos em terminação BARK et al. (1992) e ENGESETH et al. (1992) verificaram que à dieta promoveu resultados positivos no ganho de peso nos primeiros 14 dias de suplementação, diminuindo com o tempo de tratamento e cessando, após 4 semanas de fornecimento. GIRÃO et al. (2008), verificou que suínos que

receberam ractopamina, durante 14 ou 28 dias, independentemente do nível de suplementação, apresentaram maior peso final, maior ganho de peso e melhor conversão alimentar.

Para leitoas em terminação a suplementação com ractopamina durante 0, 7, 14, 21, 28 e 35 dias pré-abate resultou em efeito linear positivo de acordo com a duração da suplementação de ractopamina, para os índices de desempenho, peso final, ganho de peso diário e conversão alimentar. Já os índices de características de carcaça não foram observados efeito da duração da suplementação SILVA et al., 2011).

3.2 Ajustes nutricionais de dietas contendo ractopamina

Na formulação de dietas para suínos a base de milho e soja o aminoácido referência e limitante na dieta é a lisina, seguida pela metionina, treonina, e triptofano, respectivamente (JOHNSTON et al., 2000).

Segundo ANDRETTA et al. (2011), considerando apenas os suínos suplementados com ractopamina, o teor de lisina das dietas apresentou correlação positiva com o ganho de peso e a eficiência alimentar calculada. Nos animais que recebiam dietas com ractopamina, o ganho de peso e a eficiência alimentar aumentaram com o aumento do consumo de lisina.

De acordo com os pesquisadores, para cada incremento em uma unidade percentual no conteúdo dietético de lisina, pode ser esperado aumento de 341g no ganho de peso e de 1,3% na eficiência alimentar dos animais. Além disso, os suínos suplementados com ractopamina e com consumo de lisina diário superior à média (mais de 195mg/kg PV^{0,6}) apresentaram ganho de peso 20% maior e eficiência alimentar 5% melhor em relação aqueles que recebiam menores quantidades do aminoácido.

Da mesma forma CANTARELLI et al. (2009), verificaram que o aumento dos níveis de lisina (0.68; 0.78; 0.88; 0.98 e 1.08%), associado ou não à restrição alimentar, melhorou o rendimento de carcaça em relação ao tratamento-testemunha (0.68% lisina). Nesse caso, a lisina pode ter favorecido a síntese proteica e, conseqüentemente, a deposição de proteína na carcaça dos animais.

É provável que o uso de microingrediente adrenérgicos também esteja relacionado com o aumento nas exigências de energia de manutenção. O nível de proteína altera a eficiência da ractopamina em promover a retenção de nitrogênio, sendo esta mais efetiva quando o consumo proteico é maior (REEDS & MERSMANN, 1991). Essas evidências tornam

necessária a reavaliação dos níveis nutricionais das dietas suplementadas com ractopamina para suínos em terminação.

Considerando a carência de informações na literatura relacionadas aos efeitos da suplementação de ractopamina no desempenho e nas características de carcaças dos suínos torna-se evidente a necessidade da exploração científica dessa área.

Os resultados obtidos foram abordados no artigo intitulado “**Ractopamina em dietas com ajustes nutricionais para suínos machos castrados em terminação sob clima quente**”, redigido conforme normas editoriais da Revista Brasileira de Zootecnia.

REFERÊNCIAS

- ABIPECS - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA, 2012. Disponível em: <<http://www.abipecs.org.br>>. Acesso em: 08 nov. 2012.
- ADEOLA, O.; BALL, R.O.; YOUNG, L.G. Porcine skeletal muscle myofibrillar protein synthesis is stimulated by ractopamine. **Journal of Nutrition**, v.122, p.488-495, 1992.
- AGOSTINI, P.S.; PACHECO, G.D.; SILVA, R.A.M.; et al. Níveis de ractopamina para suínos: Efeitos no desempenho e características de carcaça associado ao diâmetro das fibras musculares. PorkExpo & IV Fórum Internacional de Suinocultura. **Anais...** Curitiba:Animalword p.104-105, 2008.
- ALLHUS, J. L. SCHAEFER, A. L.; MURRAY, A.C. et al. The effect of ractopamina on myofibre distribution and morphology and their relation to meat quality in swine. **Meat Science**, v.31, p.397-409, 1992.
- ANDRETTA I.; LOVATTO, P.A.; KIPPER, M. Relação da ractopamina com componentes nutricionais e desempenho em suínos: um estudo meta-analítico. **Ciência Rural**, v.41, p.186-191, 2011
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO – SUINOCULTURA. Central de Inteligência da Embrapa Suínos e Aves. Versão eletrônica. Documentos 146. 2011. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_e3n75c3h.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2012.
- APPLE, J.K.; MAXWELL, C.V.; BROWN, D.C. et al. Effects of dietary lysine and energy density on performance and carcass characteristics of finishing pigs fed ractopamina. **Journal of Animal Science**, v.82, p.3277-3287, 2004.
- ARMSTRONG, T.A.; [IVERS, D.J.](#); [WAGNER, J.R.](#) 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**, v.82, p.3245-3253, 2004.
- BARK, L.J., STAHLY, T.S., CROMWELL. 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.
- CAMARGO NETO, P. Audiência pública senado federal. Disponível em: <<http://www.abipecs.org.br>>. Acesso em: 08 nov. 2013.
- CANTARELLI, V.S.; FIALHO, E.T.; ALMEIDA, E.C. et al. Características da carcaça e viabilidade econômica do uso de cloridrato de ractopamina para suínos em terminação com alimentação à vontade ou restrita. **Ciência Rural**, v.39, n.3, p.844-851, 2009.
- CELANT, T. M. B. Seminário internacional de suinocultura. 2000, São Paulo, SP. Anais do **5º Seminário Internacional de suinocultura**. Concórdia: Embrapa suínos e aves, 2000.
- COLLIN, A.; VAN MILGEN, J.; DUBOIS, S. et al. Effect of high temperature and feeding level on energy utilization in piglets. **Journal of Animal Science**, v.79, n.7, p.1849- 1857, 2001.

- CORASSA, A.; LOPES, D. C.; TEIXEIRA, A. O. Desempenho, características de carcaça e composição óssea de suínos alimentados com diferentes níveis de ractopamina e fitase. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.8, p.1740-1747, 2010.
- CROME, P.K.; MCKEITH, F.K.; CARR, T.R. 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**, v.74, n.4, p.709-716, 1996.
- ENGESETH, N.J., LEE, K.O., BERGEN, W.G. et al. (1992). Fatty acid profiles of lipid depots and cholesterol concentration in muscle tissue of finishing pigs fed ractopamine. **Journal Food Science**. v.57, p.1060-1062, 1992.
- FIALHO, E.T.; OST, P.R.; OLIVEIRA, V. Interações ambiente e nutrição – estratégias nutricionais para ambientes quentes e seus efeitos sobre o desempenho e características de carcaça de suínos. In: II CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 2001. Disponível em: <<http://www.conferencia.uncnet.br/pork/seg/palestra.html>>. Acessado em: 10 Jun. 2012.
- FERREIRA, R. A. Efeitos do clima sobre a nutrição de suínos. Departamento de Zootecnia. Universidade Federal de Viçosa. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/abraves/pdf/Memorias2000>>. Acessado em: 10 Jun. 2012.
- GIRÃO, L.V.C.; RESENDE, A.E.; CANTARELLI, V.S.; et al. Desempenho de suínos pesados, machos castrados e fêmeas, durante o 14 e 28 dias de suplementação com ractopamina PorkExpo & IV Fórum Internacional de Suinocultura. **Anais...** Curitiba:Animalword, p.139-141, 2008.
- GLOBORURAL. Produção de carne cresce sustentada pelo consumo interno, projeta Conab. Disponível em: <<http://revistagloborural.globo.com/Revista/Common/0,,EMI309107-18530,00-PRODUCAO+DE+CARNE+CRESCE+SUSTENTADA+PELO+CONSUMO+INTERNO+PROJETA+CONAB.html>>. Acesso em: 10 dez. 2012.
- GUNAWAN, A. M.; RICHERT, B. T.; SCHINCKEL, A. P. et al. Ractopamine induces differential gene expression in porcine skeletal muscles. **Journal of Animal Science**, v. 85, n. 9, p. 2115-2124, 2007.
- HAESE, D. & BUNZEN, S. Ractopamina. **Revista Eletrônica Nutritime**. v.2, n. 2, p. 176-182. 2005. Disponível em: <http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/019V2N2P176_182_MAR2005.pdf>. Acessado em: 10 nov. 2012.
- HANNAS, M.I. Aspectos fisiológicos e a produção de suínos em clima quente. In: AMBIÊNCIA E QUALIDADE NA PRODUÇÃO INDUSTRIAL DE SUÍNOS, 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, p.01-33.
- JOHNSTON, M. E.; BOYD, R. D.; USRY, J. L. Sulfur amino acids to lysine ratio that optimizes performance in growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.78, Suppl. 1, p.58, 2000.

- MANNO, M.C.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Efeitos da temperatura ambiente sobre o desempenho de suínos dos 15 aos 30 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.1963-1970, 2005.
- MANNO, M.C.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Efeitos da temperatura ambiente sobre o desempenho de suínos dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.471-477, 2006.
- 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, 2007a.
- MARINHO, P.C.; FONTES, D.O.; SILVA, F.C.O. et al. 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**, v.36, p.1791-1798, 2007b.
- MILLS, S.E. Biological basis of the ractopamine response. **Journal Animal Science** 2002.
- MIMBS, K.J. [PRINGLE, T.D.](#); [AZAIN, M.J.](#); et al. Effects of ractopamine on performance and composition of pigs phenotypically sorted into fat and lean groups. **Journal of Animal Science**, v.83, p.1361-1369, 2005.
- MORAES, E.; KIEFER, C.; SILVA, I. S. Ractopamina em dietas para suínos machos imunocastrados, castrados e fêmeas. **Ciência Rural**, v.40, n.2, p.409-414, 2010.
- PAIANO, D.; MOREIRA, I.; SILVESTRIN, N. et al. Balanço de nitrogênio de suínos na fase inicial recebendo dietas com diferentes relações treonina:lisina digestíveis. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, Florianópolis. **Anais...** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves (CD-ROM), 2013.
- PETERLA, I.A.; SCANES, C.G. Effects of {beta}-adrenergic agonists on lipolysis and lipogenesis by porcine adipose tissue in vitro. **Journal of Animal Science**, v.68, p. 1024-1029, 1990.
- PORKWORLD, **Perspectivas da produção mundial de carnes 2006 a 2030**, Animalword, p135-140, 2006.
- REEDS, P.J.; MERSMANN, H.J. Protein and energy requirements of animals treated with beta-adrenergic agonists: a discussion. **Journal of Animal Science**, v.69, p.1532-1550, 1991.
- RUTZ, F.; XAVIER, E. G., Agentes repartidores de energia para aves e suínos. In: **Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia**. Anais. Botucatu – São Paulo. 1999.
- 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, 2010.

- 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.
- SCHOELER. Consumo de carne suína. Disponível em: <<http://www.schoeler.com.br/noticias.php>>. Acesso em: 10 jul. 2012.
- SILVA, E.A.; KIEFER, C.; MOURA, M.A. Duração da suplementação de ractopamina em dietas para leitoas em terminação mantidas sob alta temperatura ambiente. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.2, p.337-342, 2011.
- SILVA, M.L.F.; WOLP, R.C; AMARAL, N.O. et al. Efeito da ractopamina em rações com diferentes níveis de lisina sobre as características de carcaça de suínos machos castrados e fêmeas. PorkExpo & IV Fórum Internacional de Suinocultura. **Anais...** Curitiba:Animalword, p.111-113, 2008.
- TAVARES, S.L.S.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Influência da temperatura ambiente sobre o desempenho e os parâmetros fisiológicos de suínos machos castrados dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.199-205, 2000.
- WATKINS, L. E.; JONES, D. J.; MOWREY, D. H. et al. The effect of various levels of ractopamine hydrochloride on the performance and carcass characteristics of finishing swine. **Journal of Animal Science**, v.68, p3588-3595, 1990.

Ractopamina em dietas com ajustes nutricionais para suínos machos castrados em terminação sob clima quente

RESUMO – O objetivo do estudo foi avaliar a suplementação gradual de ractopamina em dietas com ajustes nutricionais para suínos machos castrados em terminação sob condições ambientais de estresse por calor. Foram utilizados 84 suínos machos castrados, com peso inicial de $68,18 \pm 2,30$ kg, distribuídos em seis planos de suplementação de ractopamina: quatro planos constantes por 30 dias (controle - 0 ppm; 5 ppm; 10 ppm; 20 ppm), e dois planos com aumento gradual do décimo quinto dia (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). Os animais foram distribuídos em um delineamento em blocos ao acaso com sete repetições e dois animais por unidade experimental. O período experimental teve duração de 30 dias. O peso final, ganho de peso diário, consumo de ração diário, conversão alimentar, peso de carcaça e comprimento de carcaça, espessura de toucinho, profundidade de músculo, percentual de carne magra, quantidade de carne magra e o índice de bonificação das carcaças não foram influenciados pelos tratamentos. O consumo de lisina diário não sofreu alteração para os tratamentos com até 5ppm de ractopamina, sendo que o tratamento gradual 5-10ppm e os níveis maiores que 5ppm de ractopamina apresentaram maior consumo de lisina diário. Dietas suplementadas com ractopamina e ajustadas nutricionalmente não melhoram o desempenho e as características de carcaça de suínos em terminação, sob clima quente. Na análise de contrastes, as suplementações graduais de 5-10ppm e 10-20ppm de ractopamina aumentaram a quantidade de carne magra. A suplementação gradual 5-10ppm apresentou uma melhor bonificação de carcaça quando comparados aos animais não suplementados, sob clima quente.

Palavras-chave: beta-adrenérgico, micro ingrediente, proteína ideal, estresse térmico

Introdução

A ractopamina é utilizada na nutrição de suínos devido a sua capacidade em aumentar o rendimento e deposição de tecido muscular nas carcaças, sem prejudicar qualidade da carne. Este microingrediente age na modificação do metabolismo, ocorrendo a redução significativa dos teores de gordura da carcaça e o aumento da massa muscular esquelética, determinada por um aumento no diâmetro das fibras musculares (AALHUS et al., 1990; BEERMAN, 2002).

Melhorias de desempenho associados à suplementação de ractopamina para suínos são afetados por vários fatores, incluindo, mas não se limitando a concentração de nutrientes presentes na dieta, nível de inclusão de ractopamina e o período de suplementação de ractopamina (ARMSTRONG et al., 2004).

Quando este microingrediente é utilizado, a deficiência de lisina pode ser um fator limitante, e nesse caso, o aporte adequado deste aminoácido é essencial para a maximização do efeito da ractopamina. Com isso, há a necessidade de ajustes nutricionais nas dietas, pois suínos suplementados com ractopamina apresentarão maior taxa de deposição protéica, em decorrência, exigirão maior quantidade de aminoácido (PEREIRA et al., 2008).

A suplementação de ractopamina por 28 dias nos níveis de inclusão de 5 e 20ppm necessita de um ajuste no nível de lisina respectivamente de 0,123 e 0,187%, proporcionando um aumento no ganho de peso, cerca de 100 e 130 g/dia (ROSTAGNO et al., 2011).

Como a lisina tem sido o aminoácido-referência no conceito de proteína ideal, a relação dos outros aminoácidos essenciais com a lisina pode ser alterada em dietas suplementadas com ractopamina (PENA et al., 2008).

Os benefícios da inclusão da ractopamina na dieta também podem ser influenciados pela duração da suplementação (WILLIAMS et al., 1994). Rutz et al. (1998) encontraram em seus trabalhos resultados sobre a correlação tempo x dose ractopamina x resposta, alegando que a

intensidade da resposta mediada pelo receptor é reduzida com a exposição prolongada da célula à ractopamina. Tem-se recomendado a suplementação até quatro semanas, devido à redução das respostas em função do fenômeno chamado down-regulation ou dessensibilização dos receptores β -adrenérgicos (MOODY et al., 2000)

O objetivo do trabalho foi avaliar a suplementação gradual de ractopamina em dietas com ajustes nutricionais de aminoácidos, fósforo disponível e cálcio para suínos machos castrados em terminação sob condições ambientais de estresse por calor.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no setor de suinocultura da Fazenda Experimental, na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, localizada no município de Terenos/MS. Foram utilizados 84 suínos machos castrados, com peso inicial de $68,18 \pm 2,30$ kg, distribuídos em seis planos de suplementação de ractopamina: quatro planos constantes por 30 dias (controle - 0 ppm; 5 ppm; 10 ppm; 20 ppm), e dois planos com aumento gradual do décimo quinto dia (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). Os animais foram distribuídos em um delineamento em blocos ao acaso com sete repetições e dois animais por unidade experimental. Para a formação dos blocos levou-se em consideração o peso inicial dos animais. O período experimental teve duração de 30 dias.

Os animais foram alojados em galpão de alvenaria, com pé direito de 3,0 m, coberto com telhas de barro, com baias de 2,0 x 2,5 m equipadas com comedouro e bebedouro pendular tipo chupeta.

Durante o período experimental a ração e a água foram fornecidas *ad libitum*. Foram coletados diariamente os resíduos de ração do chão que foram somados às sobras do comedouro para ao final do período experimental se determinar o consumo de ração diário.

Os animais foram pesados no início e final do experimento, visando determinar ganho de peso diário e a conversão alimentar. Os consumos de proteína bruta, lisina, energia metabolizável e ractopamina foram determinados a partir do consumo de ração diário.

A temperatura e a umidade relativa do ambiente foram monitoradas diariamente as 8 e 16 horas, por meio de um conjunto de termômetros de máxima e mínima, bulbo seco e bulbo úmido e de globo negro. Os valores registrados foram, posteriormente, convertidos no índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) caracterizando o ambiente térmico em que os animais foram mantidos.

As dietas experimentais (Tabela 1) foram preparadas à base de milho e farelo de soja, suplementadas com aminoácidos, óleo, minerais e vitaminas, sendo formuladas de acordo com as tabelas de composição de alimentos e exigências nutricionais de Rostagno et al. (2011), para atender as exigências nutricionais corrigidas para os níveis de suplementação com ractopamina para suínos machos castrados de alto potencial genético e desempenho superior. Os níveis de aminoácidos das dietas foram ajustados mantendo o conceito de proteína ideal. O nível de fósforo das dietas também foi ajustado, mantendo-se constante a relação cálcio:fósforo na proporção de 2,4:1. A ractopamina foi incluída nas dietas em substituição ao caulim (inerte).

Ao término do período experimental os animais foram submetidos a um jejum alimentar por 8 horas e posteriormente transportados para o frigorífico, o abate dos animais seguiu as normas do Sistema de Inspeção Municipal. Ao final da linha de abate as carcaças foram separadas em duas metades por um corte longitudinal na linha dorso-lombar, que corresponde à coluna vertebral, mensurando-se o seu comprimento da borda cranial da primeira costela até a borda cranial da sínfise púbica, com auxílio de fita métrica.

Foram realizados cortes na metade esquerda das carcaças para a exposição do músculo *Longissimus dorsi* e do toucinho visando à determinação da profundidade do músculo (PM) e da espessura de toucinho (ET), com o auxílio de paquímetro.

O percentual de carne magra na carcaça foi determinado através da equação proposta por Bridi & Silva, (2007): $\text{Rendimento de carne (\%)} = 60 - (\text{espessura de toucinho} \times 0,58) + \text{profundidade do músculo} \times 0,10$. Para o cálculo do índice de bonificação de carcaça foi levado em consideração o peso da carcaça quente (Pcarq) e o percentual de carne estimada na carcaça (Pcmf) de acordo com a equação sugerida por (GUIDONI, 2000): $\text{Índice de Bonificação} = 23,6 + 0,286 \times \text{Pcarq} + \text{Pcmf}$. A quantidade de carne magra na carcaça foi determinada por meio da multiplicação do percentual de carne magra pelo peso de carcaça.

Os dados analisados foram os parâmetros de desempenho (ganho de peso diário, conversão alimentar, consumo de ração diário, consumo de lisina, proteína e energia metabolizável) e das características de carcaça (peso, rendimento e comprimento de carcaça, espessura de toucinho, percentual e quantidade de carne magra e profundidade de músculo). Os dados foram submetidos à análise de variância e posteriormente a análise de contrastes ortogonais com auxílio do programa estatístico SAS, com teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 1. Composições centesimais e nutricionais das dietas experimentais

Ingredientes	Ractopamina, ppm			
	0	5	10	20
Milho	74,170	74,170	74,170	74,170
Farelo de soja, 45%	20,870	20,870	20,870	20,870
Óleo de soja	1,140	1,140	1,140	1,140
Fosfato bicálcico	0,865	0,985	1,005	1,055
Calcário calcítico	0,605	0,650	0,656	0,674
Suplemento vitamínico/mineral ¹	0,100	0,100	0,100	0,100
Sal comum	0,355	0,355	0,355	0,355
L-Lisina HCl	0,214	0,346	0,370	0,414
DL-Metionina	0,041	0,104	0,115	0,135
L-Treonina	0,041	0,114	0,127	0,151
L-Triptofano	0,000	0,013	0,016	0,022
Ractopamina	0,000	0,025	0,050	0,100
Caulim (inerte)	1,599	1,128	1,026	0,814
TOTAL, kg	100,00	100,00	100,00	100,00
Proteína bruta, %	15,522	15,740	15,779	15,852
Energia Metabolizável, Kcal/kg	3.230	3.230	3.230	3.230
Energia Líquida, Kcal/kg	2.465	2.465	2.465	2.465
Lisina digestível, %	0,829	0,932	0,950	0,984
Met+Cist digestível, %	0,498	0,559	0,570	0,590
Treonina digestível, %	0,555	0,624	0,636	0,659
Triptofano digestível, %	0,156	0,168	0,171	0,176
Valina digestível, %	0,646	0,646	0,646	0,646
Cálcio, %	0,512	0,558	0,565	0,584
Fósforo disponível, %	0,250	0,272	0,276	0,285
Sódio, %	0,159	0,159	0,159	0,159

¹ Contém por quilograma de produto: Fe, 100g; Cu, 10g; Co, 0,2g; Mg, 30g; Zi, 100g; I, 1,0g; Se, 0,3g; vit. A, 6.000.000 UI; vit. D₃, 1.000.000UI; vit. E, 12.000UI; vit. B₁, 0,5g; vit. B₂, 2,6g; vit. B₆, 0,7g; ácido pantotênico, 10g; vit. K₃, 1,5g; ácido nicotínico, 22g; vit. B₁₂, 0,015g; ácido fólico, 0,2g; biotina, 0,05g; colina, 100g e excipiente q.s.p., 1000g.

Resultados e Discussão

Durante o período experimental os valores médios de temperatura do ar, umidade relativa do ar, temperatura de globo negro e índice de temperatura de globo e umidade corresponderam a $29,5 \pm 3,1^{\circ}\text{C}$, $64,9 \pm 13,4\%$, $29,6 \pm 3,3^{\circ}\text{C}$ e $78,5 \pm 3,9$, respectivamente. Considerando que a temperatura média registrada durante o período experimental foi superior à crítica máxima de 27°C (SAMPAIO et al., 2004) e que o índice de temperatura de globo e umidade encontrados na maioria dos horários foram superiores ao limite máximo de 72, recomendado por Turco (1997) para suínos na fase de terminação. Pode-se inferir que os animais foram mantidos em ambiente de estresse por calor durante o período experimental.

Os planos de suplementação de ractopamina não influenciaram ($P>0,05$) o consumo de ração diário dos animais (Tabela 2). O consumo médio de ração diário verificado, neste estudo, foi de 2,08 kg/dia, enquanto o estimado para esta categoria, conforme Rostagno et al. (2011) é de 2,93 kg/dia. Diante dos resultados, pode-se inferir que o consumo de ração observado, no presente estudo, foi baixo.

O que se deve ao fato, de que quando submetidos a altas temperaturas ambientais, os suínos têm como resposta imediata a queda no consumo voluntário de alimento, representando uma tentativa do animal em minimizar a produção de calor provocada pelo metabolismo dos nutrientes (FÁVERO & BELLAVÉR, 2001).

O consumo médio obtido está abaixo dos resultados verificados por outros pesquisadores como Xião et al. (1999) que ao trabalharem com suínos na mesma faixa de peso, recebendo 0 ou 20ppm de ractopamina verificaram um consumo de aproximadamente 2,49 kg/dia. Silva et al. (2011) observaram que a suplementação de dietas com 20ppm de ractopamina e períodos de 0, 7, 14, 21, 28, 35 dias pré-abate de leitoas em terminação, mantidas sob altas temperaturas, resultou em consumo de ração de 1,75 kg/dia.

Corroborando, Sanches et al. (2010) avaliando níveis de 0, 5, 10 e 20ppm de ractopamina para suínos machos castrados sobre estresse por calor não constataram efeito sobre o consumo de alimento.

Os dados de consumo de lisina digestível diário podem ser um reflexo da necessidade do ajuste de aminoácidos da dieta de suínos suplementados com ractopamina, sendo observado que níveis acima de 5ppm de ractopamina obtiveram maior consumo de lisina. Assim como a suplementação gradual de 5-10ppm e suplementação de 20ppm comparando o consumo de lisina digestível dos suínos não suplementados com cada grupo suplementado com ractopamina, verificou-se aumento ($P < 0,01$) no consumo deste nutriente.

O baixo consumo de ração diário, observado no presente estudo, resultou, conseqüentemente, na baixa ingestão de proteína e energia diárias. Os suínos quando submetidos a altas temperaturas ambientais, têm como resposta imediata a queda no consumo voluntário de alimentos, representando uma tentativa do animal em minimizar a produção de calor provocada pelo metabolismo dos nutrientes (FÁVERO & BELLAYER, 2001).

Segundo Andretta et al. (2011) o nível de proteína altera a eficiência da ractopamina em promover a retenção de nitrogênio, sendo esta mais efetiva quando o consumo proteico é maior. Além do conteúdo de proteína, parte do efeito da ractopamina pode ser associada com a densidade energética das dietas, como descrito por Mitchell et al. (1991) que observaram uma relação linear entre a ingestão de energia e a retenção total de energia, de proteína e de lipídios.

Tabela 2. Desempenho de suínos machos castrados em terminação em função dos planos de suplementação de ractopamina.

Ractopamina, PPM	PI, kg	PF, kg	CRD, kg	GPD, kg	CA	CPB, g/dia	CLis, g/dia	CEM, Kcal/dia
0	69,26	90,94	2,19	0,72	3,00	29,66	15,84 ^b	6750,7
5	68,85	90,77	1,83	0,73	2,57	30,02	17,77 ^b	6233,9
10	68,53	92,30	2,24	0,79	2,89	36,84	22,17 ^a	7106,0
20	68,33	92,17	2,20	0,79	2,78	32,28	20,04 ^{ab}	6718,4
5 – 10	68,21	90,99	2,01	0,76	2,66	32,96	19,69 ^{ab}	6492,3
10 – 20	68,19	93,85	2,21	0,86	2,59	36,33	22,25 ^a	7106,0
Valor P	-	0,756	0,415	0,575	0,490	0,214	0,031	0,245
CV, %	5,57	6,26	18,03	17,89	16,18	18,39	18,22	18,42
Probabilidade de F para os contrastes								
0 x 5	-	0,431	0,671	0,442	0,193	0,934	0,396	0,977
0 x 10	-	0,650	0,224	0,649	0,099	0,394	0,092	0,466
0 x 20	-	0,274	0,608	0,274	0,648	0,064	0,007	0,085
0x 5-10	-	0,064	0,666	0,064	0,121	0,085	0,007	0,116
0x10-20	-	0,243	0,910	0,249	0,225	0,502	0,067	0,619
CV(%)	-	6,26	1,35	1,40	0,73	1,08	1,66	1,02

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.

A relação da energia dietética com o desempenho dos suínos alimentados com dietas contendo ractopamina ainda é controversa, uma vez que estudos (APPLE et al., 2004) não observaram efeito da densidade energética sobre o ganho de peso dos suínos suplementados. Por outro lado, a relação lisina:energia nas dietas parece afetar linearmente o ganho de peso e a eficiência alimentar dos animais (ANDRETTA et al., 2011).

Esta redução de consumo pode ser considerada como principal fator que os planos de suplementação com ractopamina não influenciaram ($P>0,05$) o ganho de peso diário dos suínos. Essa mesma resposta foi constatada por Kiefer et al. (2010) quando avaliaram suínos

sob estresse por calor, verificaram redução de aproximadamente 36% no consumo de ração e de 43% no ganho de peso dos animais. Manno et al. (2005) constataram redução de 12,3% no consumo de ração e 22% ganho de peso de suínos em fase de crescimento, quando comparados animais sob estresse por calor com animais sob conforto térmico.

Não foi verificado efeito ($P>0,05$) dos planos de suplementação de ractopamina sobre a conversão alimentar. Diversos estudos avaliando a suplementação de ractopamina obteve resposta favorável para a variável conversão alimentar. Sanches et al. (2010) verificaram melhora linear da conversão alimentar com o aumento dos níveis de ractopamina, em que o nível de 20ppm de ractopamina proporcionou aos suínos uma melhora de aproximadamente 36% nesse parâmetro em relação ao grupo não suplementado. Efeitos positivos também foram relatados por Oliveira et al. (2011) que observaram que a suplementação de 20ppm de ractopamina durante 35 dias resultou em melhora de 11,5% na conversão alimentar, quando comparado ao grupo controle não suplementado. Provavelmente, as temperaturas ambientais elevadas, registradas durante a execução do presente trabalho, podem ter afetado a eficiência de utilização dos nutrientes das dietas pelos animais.

Com o peso inicial dos animais similares e a falta de diferença entre os dados de consumo de ração, ganho de peso diário e conversão alimentar levou a variável peso final dos animais não ser influenciado ($P>0,05$) pelos planos de suplementação de ractopamina. Estes resultados estão de acordo aos obtidos por Sanches et al. (2010) que avaliando níveis de 0, 5, 10 e 20ppm de ractopamina não observaram diferença para o peso final dos animais. Por outro lado, os resultados diferem daqueles observados por Marinho et al. (2007) em que a suplementação com ractopamina durante 21 dias proporcionou aumento de 3,42 kg no peso final, correspondendo ao aumento de 2,98% no peso corporal final de suínos em terminação em relação aos animais do grupo sem ractopamina.

Os planos de suplementação de ractopamina não influenciaram ($P>0,05$) o peso de carcaça quente, comprimento de carcaça, espessura de toucinho, profundidade de músculo e porcentagem de carne na carcaça (Tabela 3).

Tabela 3. Características de carcaça de suínos machos castrados em terminação em função dos planos de suplementação de ractopamina.

Ractopamina, ppm	PCQ, kg	CC, cm	ET, mm	PM, mm	CM, %	CM, kg	IB
0	71,84	90,33	11,45	65,48	59,90	42,96	104,04
5	72,13	90,20	12,40	68,86	59,69	42,99	103,91
10	70,91	89,57	11,34	66,34	60,05	42,62	103,94
20	73,42	91,29	9,94	65,38	60,77	44,61	105,37
5 – 10	70,89	89,43	10,45	67,74	60,71	43,04	104,59
10 – 20	73,77	91,29	10,63	70,47	60,88	44,89	105,58
Valor P	0,117	0,288	0,276	0,308	0,388	0,062	0,070
CV, %	4,66	2,95	24,11	9,91	2,87	5,06	1,75
Probabilidade de F para os contrastes							
0 x 5	0,720	0,536	0,467	0,377	0,329	0,760	0,456
0 x 10	0,733	0,823	0,385	0,287	0,720	0,906	0,874
0 x 20	0,733	0,628	0,909	0,719	0,972	0,859	0,885
0 x 5-10	0,077	0,261	0,572	0,059	0,220	0,018	0,038
0 x 10-20	0,128	0,261	0,227	0,997	0,288	0,040	0,071
CV (%)	3,35	2,66	1,51	1,04	1,11	2,34	1,15

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

Na literatura, é comum encontrar efeitos positivos da suplementação de ractopamina na dieta sobre a redução na espessura de toucinho, aumento na profundidade de músculo e porcentagem de carne na carcaça (SANCHES et al., 2010; ATHAYDE et al., 2010; FERREIRA et al., 2011). Isso ocorre porque esse microingrediente proporciona redução da

síntese de ácidos graxos no tecido adiposo, ao mesmo tempo em que há aumento na síntese de proteína no músculo (SCHINCKEL et al., 2003).

Corroborando, Carr et al. (2005) não verificaram efeito do aumento da concentração de ractopamina na dieta sobre a espessura de toucinho. Entretanto Athayde et al. (2010), verificaram que os animais alimentados com dietas contendo 10ppm de ractopamina apresentaram espessura de toucinho 7,01% menor do que o grupo controle.

Não houve efeito da suplementação das dietas de suínos com ractopamina para quantidade de carne magra. Na comparação de cada grupo alimentado com dietas suplementadas ao grupo com dieta isenta de ractopamina, observou-se aumento ($P<0,05$) na quantidade de carne magra na carcaça nos planos de suplementação gradual de 5-10 e de 10-20ppm de ractopamina.

Paralelamente a ação sobre o tecido adiposo, a ractopamina se liga aos β -receptores presentes na membrana plasmática das células musculares, aumentando a retenção de aminoácidos e potencializando a síntese proteica nessas células. A ação hipertrófica da ractopamina sobre o músculo esquelético atua estimulando a síntese de proteína miofibrilar pelas células musculares (ADEOLA et al., 1992).

Sanches et al. (2010) verificaram aumento de aproximadamente 1,3; 1,5 e 3,5% na porcentagem de carne na carcaça dos suínos que receberam respectivamente, 5, 10 e 20ppm de ractopamina da dieta.

Não foi verificado efeito ($P<0,05$) dos planos de suplementação de ractopamina sobre o índice de bonificação de carcaças. Entretanto, na comparação de cada grupo alimentado com dietas suplementadas ao grupo controle, observou-se maior ($P<0,05$) índice de bonificação de carcaças no plano de suplementação gradual de 5-10ppm de ractopamina. Este resultado pode ser consequência do maior consumo de lisina digestível e conseqüentemente dos demais aminoácidos, proporcionando maior quantidade de carne magra, podendo a ractopamina ter

expressado seu potencial em deposição de carne magra e reduzir a deposição gordura na carcaça, proporcionando melhor índice de bonificação.

Resultados benéficos da ractopamina sobre as características de carcaça encontrados na literatura geralmente são obtidos em animais que permanecem durante o período experimental em condições de conforto térmico, onde a temperatura ambiente geralmente não ultrapassa a 25°C. Nesse sentido, a escassez de pesquisas associando a suplementação de ractopamina frente aos ambientes térmicos ainda mantém desconhecida a quantificação negativa que as temperaturas ambientais elevadas exercem sobre os suínos suplementados com o microingrediente. Entretanto, sabe-se que a temperatura tem grande influência sobre as respostas metabólicas e fisiológicas dos suínos. Tal fato pode justificar os resultados encontrados neste trabalho.

Conclusões

Dietas contendo ractopamina e ajustadas nutricionalmente não melhoram o desempenho e as características de carcaça de suínos em terminação, sob clima quente. As suplementações graduais de 5-10 e 10-20ppm de ractopamina aumentam a quantidade de carne na carcaça dos suínos. A suplementação gradual de 5-10ppm melhora a bonificação de carcaça dos suínos quando comparada as dietas não suplementadas, sob clima quente.

Referências

- ADEOLA, O.; BALL, R.O.; YOUNG, L.G. Porcine skeletal muscle myofibrillar protein synthesis is stimulated by ractopamine. **Journal of Nutrition**, v.122, p.488-495, 1992.
- ALLHUS, J.L.; JONES, S.D.; SCHAEFER, S.D.M. et al. The effect of ractopamina on performance, carcass composition and meat quality of finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.70, n.5, p.943-952, 1990.
- ANDRETTA I.; LOVATTO, P.A.; KIPPER, M. Relação da ractopamina com componentes nutricionais e desempenho em suínos: um estudo meta-analítico. **Ciência Rural**, v.41, p.186-191, 2011.
- APPLE, J.K.; MAXWELL, C.V.; BROWN, D.C. et al. Effects of dietary lysine and energy density on performance and carcass characteristics of finishing pigs fed ractopamina. **Journal of Animal Science**, v.82, p.3277-3287, 2004.
- ARMSTRONG, T.A.; IVERS, D.J.; WAGNER, J.R. 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**, v.82, p.3245-3253, 2004.
- ATHAYDE, N.B [2012]. Desempenho, características de carcaça e comportamento de suínos suplementados com ractopamina em condições de produção comercial. **Embrapa Aves e Suínos**, Disponível em: <www.cnpsa.embrapa.br/down.php?tipo=publicacoes&cod...1196> Acessado em: 10 nov. 2012.
- BEERMAN, D.H. Beta-adrenergic receptor agonist modulation of skeletal muscle growth. **Journal of Animal Science**, v.80, suppl. 1, p. e18-e23, 2002.
- BRIDI, A.M.; SILVA, C.A. **Métodos de avaliação de carcaça e da carne suína**. Londrina: Midiograf, 2007. 97p.
- CARR, S.N.; RINCKER, P.; KILLEFER, J.J. et al. Effects of different cereal grains and ractopamine hydrochloride on performance, carcass characteristics, and fat quality in late-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.83, p.223-230, 2005.
- FÁVERO, J.A.; BELLAVÉ, C. Produção de carne de suínos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: CTC/ITAL, 2001. p.2-25.
- FERREIRA, R. A. [2011].Efeitos do clima sobre a nutrição de suínos. Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/abraves/pdf/Memorias2000>> Acessado em: 10 jun. 2012.
- 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> Acessado em: 10 nov. 2012.
- KIEFER, C.; MOURA, M. S.; SILVA, E. A. et al. Respostas de suínos em terminação mantidos em diferentes ambientes térmicos. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, v.11, n.2, p. 496-504, 2010.
- MANNO, M.C.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Efeitos da temperatura ambiente sobre o desempenho de suínos dos 15 aos 30 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.1963-1970, 2005.
- 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, 2007.

- 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. et al. Phenethanolamine repartitioning agents. In: D'MELLO, J.P.F. Farm animal metabolism and nutrition. Edinburg: CABI, 2000. p.65-95.
- OLIVEIRA, B.F. **Duração da administração de ractopamina em dietas para suínos machos castrados em terminação**. 2011. Tese (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande /MS.
- PENA, S.M. **Relação metionina mais cistina digestível: lisina digestível em dietas suplementadas com ractopamina para suínos em terminação**. 2008. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG.
- PEREIRA, L.M.; ALMEIDA, E.C.; RODRIGUES, N.E.B. et al. Níveis de lisina em rações com ou sem ractopamina, sobre a composição e rendimento de cortes da carcaça de suínos machos castrados e fêmeas. PorkExpo & IV Fórum Internacional de Suinocultura. **Anais...** Curitiba:Animalword p.128-130, 2008.
- 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.
- RUTZ, F.; XAVIER, E. G., Agentes repartidores de energia para aves e suínos. In: Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia. **Anais...** Botucatu :Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999.
- SAMPAIO, C.A.P.; CRISTANI, J.; DUBIELA, J.A. et al. Avaliação do ambiente térmico em instalações para crescimento e terminação de suínos utilizando os índices de conforto térmico nas condições tropicais. **Ciência Rural**, v.34, p.785-790, 2004.
- 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, 2010.
- 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.
- SILVA, E.A.; KIEFER, C.; MOURA, M.A. Duração da suplementação de ractopamina em dietas para leitoas em terminação mantidas sob alta temperatura ambiente. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.2, p.337-342, fev, 2011.
- TURCO, S.H.N. **Análise de sistemas de acondicionamento térmico em maternidades para suínos**. 1997. 91p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG.
- 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**, v.72, p.3152-3162, 1994.
- XIÃO, R.J.; XU, Z.R.; CHENG, H.L. Efeccts of ractopamina 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.