

MATHEUS FARIA DE SOUZA

**LISINA DIGESTÍVEL E RACTOPAMINA EM RAÇÕES PARA SUÍNOS
MACHOS CASTRADOS EM TERMINAÇÃO NOS PERÍODOS DE INVERNO E
VERÃO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de Doctor Scientiae.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2015

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da
Universidade Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

S729l
2015 Souza, Matheus Faria de, 1986-
Lisina digestível e ractopamina em rações para suínos machos castrados em terminação nos períodos de inverno e verão / Matheus Faria de Souza. - Viçosa, MG, 2015.
x, 69f. : il. ; 29 cm.

Inclui anexo.

Orientador : Juarez Lopes Donzele.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Porcos - Alimentação e rações. 2. Nutrição animal.
3. Aminoácidos na nutrição animal. 4. Ractopamina.
5. Carne - Qualidade. I. Universidade Federal de Viçosa.
Departamento de Zootecnia. Programa de Pós-graduação
em Zootecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 636.085

MATHEUS FARIA DE SOUZA

**LISINA DIGESTÍVEL E RACTOPAMINA EM RAÇÕES PARA SUÍNOS
MACHOS CASTRADOS EM TERMINAÇÃO NOS PERÍODOS DE INVERNO E
VERÃO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de Doctor Scientiae.

APROVADA: 14 de julho de 2015.

Prof^a. Rita Flávia Miranda de Oliveira
Donzele
(Co-Orientadora)

Prof. Aloízio Soares Ferreira

Prof. Douglas Haese

Dr. Francisco Carlos de Oliveira Silva

Prof. Juarez Lopes Donzele
(Orientador)

**“Posso tudo posso, naquele que me fortalece
nada e ninguém no mundo vai me fazer desistir
quero, tudo quero, sem medo entregar meus projetos
deixar-me guiar nos caminhos que Deus desejou pra mim”**

A Deus, pela vida e por estar sempre comigo,
À minha esposa Thamírrys, pelo amor e companheirismo,
Aos meus pais Carlos e Sônia, pelo incentivo e amor incondicionais,
À minha irmã Carla e ao meu irmão Lucas, pela amizade e carinho,
Às minhas avós Darcy (in memoriam) e Alzira pela sabedoria,
Ao professor Juarez pelas palavras de incentivo,
Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Viçosa (UFV), pela oportunidade de buscar o conhecimento e saber valorizar sua importância na vida.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo e pelo apoio a pesquisa realizada.

Ao professor Juarez Lopes Donzele, pelas palavras de incentivo e de apoio durante estes 10 anos de orientação, pela amizade e pelo exemplo profissional.

Aos meus co-orientadores professores Rita Flávia Miranda de Oliveira Donzele e Melissa Izabel Hannas, pelas valiosas sugestões, que possibilitaram o aprimoramento deste estudo.

Aos membros da banca examinadora Dr. Francisco Carlos de Oliveira Silva, prof^o Aloísio Ferreira e o prof^o Douglas Haese, pela atenção, pelas sugestões, pelo apoio e, principalmente, pela amizade.

Aos colaboradores Leonardo, Diego, Amanda, Melissa, Marcos, Jéssica, Evandro e João Paulo pela dedicação e auxílio na condução do experimento a campo e pela amizade.

Aos funcionários (amigos) do Setor de Suinocultura da EPAMIG Francisco (Chico) e Carlos (Salame), pelo apoio e pela amizade durante esses anos de jornada.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, em especial o Dedeco, Chico, Fernanda e Fabiana, pelo apoio e pela amizade.

Aos estudantes da Pós-Graduação, Diego, Jéssica, Evandro, Igor, Amanda, Tarcísio e Érika pela amizade e pelo agradável convívio na condução de pesquisas e pela amizade.

Aos amigos e companheiros de longa jornada Valdir, Cleverson, Allan, Rodrigo, Rodolfo e Luiz Fernando pelo incentivo e principalmente pelas horas de convívio.

Aos amigos de república Casley, Adans e Victor pela amizade e ótimo convívio.

À Thamírys, minha amiga, namorada e esposa. Pelo apoio, durante a condução dos experimentos e correções dos trabalhos. Uma companheira para toda vida!

A empresa Proteinorte Alimentos S/A, em especial Hércules, André, Ailton, Júnior e o Gerson pelo apoio e compreensão durante estes últimos meses de redação.

A todos que contribuíram de alguma forma, para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

MATHEUS FARIA DE SOUZA, filho de Carlos José Schuenck de Souza e Sônia Aparecida de Faria Souza, nasceu em Muriaé, MG, em 30 de agosto de 1986.

Em março de 2005, iniciou o curso de graduação em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa (UFV), concluindo-o em janeiro de 2010.

Em janeiro de 2010, ingressou no Programa de Pós-Graduação da UFV, em nível de mestrado, concluindo-o em julho de 2011.

Em seguida, ingressou no Programa de Pós-Graduação da UFV, em nível de DOUTORADO, em Zootecnia, na área de Nutrição de Monogástricos, submetendo-se à defesa de tese em 14 de julho de 2015.

SUMÁRIO

	Páginas
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	ix
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REVISÃO DE LITERATURA.....	2
REFERÊNCIAS.....	8

CAPÍTULO 1

LISINA DIGESTÍVEL E RACTOPAMINA EM RAÇÕES PARA SUÍNOS MACHOS CASTRADOS EM TERMINAÇÃO NO PERÍODO DE INVERNO

RESUMO.....	12
ABSTRACT.....	13
INTRODUÇÃO.....	14
MATERIAIS E MÉTODOS.....	15
RESULTADOS.....	22
DISCUSSÃO.....	27
CONCLUSÃO.....	34
AGRADECIMENTOS.....	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34

CAPÍTULO 2

LISINA DIGESTÍVEL E RACTOPAMINA EM RAÇÕES PARA SUÍNOS MACHOS CASTRADOS EM TERMINAÇÃO NOS PERÍODOS DE VERÃO

RESUMO.....	40
ABSTRACT.....	41
INTRODUÇÃO.....	42
MATERIAIS E MÉTODOS.....	43
RESULTADOS.....	50
DISCUSSÃO.....	56
CONCLUSÃO.....	63
AGRADECIMENTOS.....	63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63
CONCLUSÕES GERAIS.....	68
ANEXO.....	69

RESUMO

SOUZA, Matheus Faria de, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2015. **Lisina digestível e ractopamina em rações para suínos machos castrados em terminação nos períodos de inverno e verão.** Orientador: Juarez Lopes Donzele. Coorientadores: Rita Flávia Miranda de Oliveira Donzele e Melissa Izabel Hannas.

Dois experimentos foram conduzidos para avaliar os efeitos de níveis de lisina digestível em rações suplementadas ou não com ractopamina sobre o desempenho de suínos em terminação em diferentes períodos verão e inverno. Em cada um dos dois experimentos foram utilizados 128 suínos híbridos comerciais selecionados para deposição de carne, machos castrados, com pesos médios de $78,23 \pm 4,34$ kg no experimento I e $81,13 \pm 3,25$ kg no experimento II. No experimento 1 os animais foram distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, em arranjo fatorial 4 x 2 - quatro níveis de lisina digestível (0,730; 0,830; 0,930 e 1,030%), e dois níveis de ractopamina (0 e 10 ppm) – com oito repetições e dois animais por unidade experimental no experimento 1. Já no experimento 2 os animais distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, em arranjo fatorial 4 x 2 - quatro níveis de lisina digestível (0,736; 0,836; 0,937 e 1,038%), e dois níveis de ractopamina (0 e 10 ppm) – com oito repetições e dois animais por unidade experimental. Em ambos os experimentos a unidade experimental foi constituída pela baia e na formação de blocos foi considerado como critério o peso inicial dos animais. No experimento I as concentrações de lisina com a suplementação de ractopamina modificaram a conversão alimentar dos animais. Houve efeito dos níveis de lisina digestível sobre o consumo de lisina digestível, porcentagem de carne magra e quantidade de carne magra dos animais. A adição de ractopamina na ração melhorou o peso final, ganho de peso diário, consumo de lisina digestível e a conversão alimentar. Foi verificado aumento da área de olho de lombo, profundidade de lombo, rendimento de carcaça, quantidade de carne magra e a porcentagem de carne magra dos suínos com a inclusão de ractopamina. No entanto, houve redução da espessura de toucinho e também dos valores de coloração de B* e A* dos suínos quando administrou a ractopamina na ração. Em relação ao experimento II, constatou-se efeito de interação dos níveis de lisina e de ractopamina sobre a espessura de toucinho. Houve influência dos níveis de lisina sobre o consumo de lisina digestível diário, consumo de ração diário e a conversão alimentar dos animais. Os níveis de lisina digestível nas rações afetaram também a área do olho de lombo,

espessura de toucinho, profundidade de lombo e quantidade de carne magra dos suínos e a perda de líquido por cocção da carne. Houve melhora no peso final, ganho de peso diário e na conversão alimentar dos animais com inclusão de ractopamina na ração. Foi observado aumento da área de olho de lombo, profundidade de lombo, perda de líquido por descongelamento da carne, quantidade e a porcentagem de carne magra com adição de ractopamina. No entanto, a espessura de toucinho e o valor de coloração A* do longissimus dorsi foram reduzidos com a suplementação. No experimento I, conclui-se que os melhores resultados de desempenho e de características de carcaça de suínos machos castrados em terminação no período de inverno foram obtidos com os níveis de 1,030 e 0,730% de lisina digestível, correspondente a um consumo diário estimado de 34,3g e 24,2g, respectivamente, com a suplementação de 10 ppm de ractopamina ou não na ração. No que se refere ao experimento II, conclui-se que os melhores resultados de desempenho e de características de carcaça de suínos machos castrados em terminação no período de verão foram obtidos com os níveis de 1,038 e 0,945% de lisina digestível, correspondente a um consumo diário estimado de 29,3g e 28,4g, respectivamente, com a suplementação de 10 ppm de ractopamina ou não na ração.

ABSTRACT

SOUZA, Matheus Faria de, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2015. **Digestible lysine and ractopamine in diets for barrows termination during periods of winter and summer.** Advisor: Juarez Lopes Donzele. Co-advisers: Rita Flávia Miranda de Oliveira Donzele and Melissa Izabel Hannas.

Two experiments were conducted to evaluate the effects of lysine levels in diets supplemented or not with ractopamine on the performance of finishing pigs in different summer and winter periods. In each of the two experiments were used 128 crossbred pigs selected for meat deposition, castrated males, with average weight of 78.23 ± 4.34 kg in experiment I and 81.13 ± 3.25 kg in the second experiment. In experiment 1 the animals were divided into experimental design of randomized blocks in a factorial 4×2 - four levels of digestible lysine (0.730; 0.830; 0.930 and 1.030%) and two ractopamine levels (0 and 10 ppm) - with eight replications and two animals per experimental unit in the experiment 1. In the experiment 2 animals distributed in experimental design of randomized blocks in a factorial 4×2 - four levels of digestible lysine (0.736; 0.836; 0.937 and 1.038%) and two ractopamine levels (0 and 10 ppm) - with eight replications and two animals each. In both experiments the experimental unit was constituted by the bay and training blocks was considered as a criterion the starting weight of the animals. In the first experiment the lysine concentrations with supplementation of ractopamine modified feed conversion of the animals. There was effect of lysine levels of digestible lysine intake, lean meat percentage and amount of lean meat of the animals. The addition of ractopamine in the diet improved the final weight, daily weight gain, digestible lysine intake and feed conversion. It was found increased loin eye area, loin depth, carcass yield, amount of lean meat and lean meat percentage of pigs with the inclusion of ractopamine. However, there was a reduction in back fat thickness as well as the color values B * and A * pigs ractopamine when administered in the feed. Regarding the second experiment, there was interaction effect of lysine levels and of ractopamine on backfat thickness. There was influence of lysine levels on the daily consumption of digestible lysine, daily feed intake and feed conversion of the animals. The lysine levels in diets also affected the area of the ribeye, fat thickness, loin depth and amount of lean meat from pigs and fluid loss by cooking the meat. There was

improvement in final weight, average daily gain and feed conversion of the animals with the inclusion of ractopamine in the feed. Was an increase in rib eye area, loin depth, fluid loss by thawing meat, amount and percentage of lean meat with the addition of ractopamine. However, the backfat thickness and the color value of A * longissimus dorsi were reduced with supplementation. In the first trial, it is concluded that the best results of performance and male pig carcass characteristics castrated finishing in the winter period were obtained with the levels of 1.030 and 0.730% digestible lysine, corresponding to a daily intake estimated from 34 , 3g and 24,2g respectively eat supplementation of 10 ppm of ractopamine or not the feed. With regard to the second experiment, it is concluded that the best results of performance and male pig carcass characteristics castrated finishing in the summer period were obtained with the levels of 1.038 and 0.945% digestible lysine, corresponding to a consumption Estimated daily and 29,3g 28,4g, respectively, supplemented with 10 ppm of ractopamine or not the feed.

INTRODUÇÃO GERAL

A lisina é o aminoácido mais estudado e pesquisado na nutrição de suínos, isso é devido a sua importância na deposição protéica e por ser o primeiro aminoácido limitante em rações a base de milho e farelo de soja.

Além disso, na fase de terminação dos suínos a lisina atua como fator de grande importância na diferenciação na característica de carcaça e no acúmulo de proteína. Nesse período, à medida que se eleva o peso ocorre aumento do teor de gordura na carcaça, e em consequência piora na eficiência alimentar.

A ractopamina é um agente repartidor de nutrientes com propriedades agonistas beta-adrenérgicos, e é utilizada para promover a deposição de carne magra e ainda melhorar os índices zootécnicos de suínos em terminação (Costa-Lima et al., 2014). Esse aditivo promove o crescimento muscular dos animais através do aumento da síntese de proteínas e da lipólise (Ming et al., 2012), enquanto suprime a lipogênese (Carr et al, 2005).

Assim, a ractopamina é incluída em rações para suínos no período de uma a cinco semanas antes do abate com objetivo de melhorar os índices zootécnicos. No entanto, a utilização de ractopamina em rações com níveis deficientes em lisina pode limitar a resposta animal, tendo em vista que este aminoácido é responsável pela síntese protéica. Além disso, outros fatores como a duração de fornecimento de ractopamina (Almeida, et al., 2013), nível utilizado (Marinho et al., 2005) e o ambiente térmico (Ferreira, et al., 2013) podem modificar a exigência nutricional.

Alguns trabalhos vêm tentando estabelecer as exigências nutricionais de lisina com a adição de ractopamina ou não na fase de terminação dos suínos. Entretanto, os dados disponíveis na literatura sobre exigências nutricionais de lisina com adição de ractopamina são divergentes quanto os níveis, a duração e peso dos suínos. Além disso, poucas pesquisas têm sido desenvolvidas visando avaliar níveis de lisina com a adição ou não ractopamina nos períodos de verão e inverno.

Nesse sentido, objetivou-se avaliar a lisina digestível e de ractopamina para suínos machos castrados em terminação nos períodos de verão e inverno.

Esta dissertação foi elaborada na forma de artigos, de acordo com as normas para leitura de tese da Universidade Federal de Viçosa (UFV) e os artigos foram adaptados aos padrões da Revista Brasileira de Zootecnia.

REVISÃO DE LITERATURA

A ractopamina na produção de suínos

A Ractopamina é um agente repartido de nutrientes com propriedades agonistas beta-adrenérgicos e é usado para promover a deposição de carne magra e ainda melhorar os índices zootécnicos de suínos em terminação (Costa-Lima et al., 2014).

Uma resposta fisiológica é produzida quando um agonista β -adrenérgico liga-se em um β -receptor, que estão presentes em quase todos os tipos de células nos mamíferos (Mersmann, 1998). A ractopamina tem seus efeitos no tecido adiposo mediados pelos receptores β -adrenérgicos presentes na membrana celular dos adipócitos. A ligação da ractopamina aos receptores β -adrenérgicos de membrana irá ativar, via proteína quinase (PKA), em uma série de proteínas intracelular que atuam aumentando a taxa de lipólise e reduzindo a lipogênese (Moody et al., 2000).

A ativação dos receptores β -adrenérgicos e a aumentada atividade da PKA resultam na ativação e translocação da enzima lípase hormônio sensível com subsequente hidrólise de triglicerídeos (Mills, 2002) e na inativação de enzimas lipogênicas envolvidas na síntese de novo de ácidos graxos e triglicerídeos (Halsey et al., 2011). A atividade anti-lipogênica da PKA também é resultado da inativação de transportadores de glicose e da redução na expressão de genes lipogênicos (Mersmann, 1998; Haslsey et al., 2011).

Sendo assim, o fornecimento de ractopamina para suínos em terminação melhora o desempenho dos animais principalmente devido ao aumento na deposição muscular em função do redirecionamento de nutrientes para síntese protéica, que seriam destinados à lipogênese (Gunawan et al., 2007).

A resposta da ractopamina nos suínos pode ser influenciada, entre outros fatores, pela classe sexual (Rikard-Bell, et al., 2009), dosagem e duração da ractopamina (Oliveira et al., 2013), o nível de lisina na ração (Corassa, et al., 2013) e temperatura ambiental (Ferreira et al., 2013).

Efeito da dosagem de ractopamina na produção de suínos

Está bem documentado que a ractopamina melhora a eficiência alimentar (Moraes et al., 2010; Hinson et al., 2011; Garbossa et al., 2013); o ganho de peso diário (Peterson et al. 2015; Apple et al., 2007) e as características de carcaça (Kiefer e Sanches 2009; Andretta et al., 2011) em suínos em terminação.

Sendo que, o efeito do agonistas β -adrenérgicos é influenciado pela dose aplicada, ou seja, suínos alimentados com diferentes níveis de ractopamina podem apresentar resultados distintos com relação ao desempenho e as características de carcaça.

Kiefer & Sanches, et al. (2009) realizaram um estudo metanáltico de vários trabalhos científicos e constataram que o nível de 15 ppm de ractopamina otimiza o desempenho dos suínos, enquanto o de 20 ppm de ractopamina melhora as características quantitativas de carcaça.

Por outro lado, See et al., (2004) relataram que as dosagens práticas de 5 a 10 ppm resultam em melhorias nos resultados de desempenho, porém sob dosagens maiores, em torno de 20 ppm, proporcionam melhores características quantitativas das carcaças dos suínos.

Efeito da duração de ractopamina na produção de suínos

O período de fornecimento é outro fator que pode ter influência sobre a magnitude de retorno dos animais à suplementação com ractopamina. Sendo que, o potencial de resposta da ractopamina tem sido obtida entre três (Williams et al., 1994) a cinco semanas (ARMSTRONG et al., 2004) de suplementação.

Na prática, o fornecimento de ractopamina tem sido adicionado na ração dos suínos em períodos inferiores há quatro semanas, devido ao seu custo elevado (Oliveira et al., 2013). Além disso, após quatro semanas pode ocorrer dessensibilização dos beta-receptores diminuindo a resposta da ractopamina no tecido dos animais (MOODY et al., 2000).

Nesse sentido, Schinckel et al. (2006) avaliaram programas de diferentes dosagens por período “step-up” com objetivo de aumentar a duração da resposta ractopamina, constataram que programa é efetivo quando os níveis de lisina são aumentados na ração. Em adição, o benefício econômico dos programas de “step-up” é

conseguido quando os produtores recebem bonificações pela carcaça (Canchi et al., 2009).

Na literatura consultada, os resultados de desempenho são divergentes quanto ao melhor período de fornecimento de ractopamina, que variam em: 14 dias (See et al., 2004); 21 dias (Marinho et al., 2007), 28 dias (Mimbs et al., 2005 e Carr et al., 2005) e 35 dias (Oliveira et al., 2013 e Silva et al., 2011).

Em relação às características de carcaça dos suínos, os melhores resultados encontrados foram de 28 dias (Almeida et al., 2013 e Main et al., 2009) e 35 dias (Oliveira et al., 2013 e Kutzler et al., 2011). No entanto, Main et al. (2009) reportaram com base em diversos estudos que as características de carcaça dos suínos são mais afetadas pela dose de ractopamina do que pelo período de tratamento do aditivo.

Efeito da lisina na produção de suínos

A lisina dietética é o nutriente que mais influencia na deposição de proteína dos suínos em terminação, em virtude de sua constância na proteína corporal e de sua destinação metabólica preferencial para a deposição de tecido muscular (Kessler, 1998). Além disso, a lisina é o primeiro aminoácido limitante em rações à base de milho e farelo de soja para suínos (Kim et al., 2001).

Assim, a utilização de ractopamina pode ser mais eficiente com o aumento da ingestão de lisina, uma vez que a retenção dos aminoácidos essenciais proporciona uma maior retenção de nitrogênio nos músculos (Apple, et al., 2007).

Tem sido sugerido que os níveis de aminoácidos na ração dos suínos devem ser aumentados de forma a maximizar a resposta dos animais a suplementação com ractopamina. Estudos têm estabelecido acréscimos de até 30% para o nível de lisina digestível em dietas suplementadas com ractopamina (Pérez et al., 2006; Webster et al., 2007 e Almeida et al., 2010).

Kiefer e Sanches (2009) realizaram uma metanálise a partir do resultado de 18 experimentos com 2.991 suínos em terminação sobre a influência dos níveis de lisina digestíveis variando de 0,65 a 1,0% suplementados ou não com ractopamina (5, 10 e 20 ppm), reportaram acréscimo no ganho de peso diário dos animais quando se elevou as concentrações de lisina na ração.

Em oposição, Almeida et al., (2010), Souza et al., (2011) e Rikard-Bell et al., (2013) não verificaram alteração do ganho de peso diário dos suínos em função dos diferentes níveis de lisina com a suplementação de ractopamina.

Trabalhos recentes conduzidos por Almeida et al., (2013), Corassa et al. (2013) e Asmus et al. (2014) verificaram melhora na eficiência de utilização do alimento para ganho de peso dos suínos machos castrados e fêmeas devido ao aumento do nível de lisina da ração. Pode-se inferir, que a melhora na conversão alimentar dos animais pode ser atribuída em parte ao provável aumento na deposição de proteína (Moore et al. 2009) corrida devido ao efeito da ractopamina em reduzir a degradação da proteína muscular (Cha & Purslow 2012).

Em contrapartida, alguns pesquisadores Rikard-Bell et al. (2013) e Souza et al. (2011) não observaram alteração da conversão alimentar em função do aumento dos níveis de lisina com a suplementação de ractopamina em rações de suínos machos castrados em terminação.

Em relação às características de carcaça Kiefer e Sanches (2009) e Andretta et al. (2011) realizaram uma metanálise e relataram influência positiva dos níveis de lisina sobre as características de carcaça dos suínos alimentados com rações contendo 10 e 20 ppm de ractopamina.

Portanto, de acordo com a literatura consultada os níveis de lisina com a suplementação de ractopamina variam de: 0,87% de lisina digestível (Marinho et al., 2007; Pereira, et al., 2008), 1,0% de lisina digestível (Kiefer & Sanches, 2009), 1,04% lisina digestível (Corassa, et al., 2013); 1,11% lisina total (Rikard-Bell et al., 2013) e 1,15% lisina total (Perez et al., 2005).

A discrepância entre os resultados encontrados na literatura possivelmente pode estar relacionada com o ambiente térmico (Sobrinho et al., 2013), genéticos suínos (Friesen et al., 1994) e o nível de proteína utilizado na ração (Ball et al., 2013).

Efeito do ambiente térmico na produção de suínos

Em suínos criados em regiões tropicais, a temperatura elevada altera o metabolismo e reduz o crescimento, assim ocorrem alterações na ingestão de alimentos como uma tentativa de reduzir o calor gerado pela digestão dos nutrientes das dietas. Além disso, a produção de hormônios da tireóide é, provavelmente, influenciada pela

temperatura e isso pode afetar o ganho de peso dos animais segundo Manno et al., (2006).

A existência da interação entre o sistema adrenérgico e a função tireoidiana sugere que o efeito da temperatura ambiental pode interferir no resultado da utilização da ractopamina, já que os hormônios tireoidianos (T3 e T4) atuam em receptores nucleares aumentando a transcrição de genes, provocando um aumento ou diminuição da atividade funcional celular. Um dos prováveis efeitos é a influência negativa sobre a ativação fisiológica ou funcionalidade dos receptores β -adrenérgicos. Assim, quando os suínos são submetidos ao calor, a redução na síntese de hormônios tireoidianos pode influenciar o efeito adrenérgico, comprometendo a ação da ractopamina.

Há evidências que o consumo não é alterado pela suplementação de ractopamina sim pelo ambiente térmico que modifica o padrão de consumo. Sanches et al. (2010) avaliando níveis de 0, 5, 10 e 20ppm de ractopamina para suínos machos castrados sob estresse por calor não constataram efeito sobre o consumo de alimento.

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, considerado abaixo do esperado para essa categoria.

No entanto, de acordo com Ferreira et al. (2013) as alterações metabólicas produzidas pela ractopamina parecem depender do consumo de lisina, para afetar o ganho de peso, nos animais que recebem o agonista beta-adrenérgico na sua ração, embora o consumo de ração não seja sempre influenciado.

Souza et al. (2013) trabalhando com níveis de lisina com a suplementação de 10 ppm de ractopamina para suínos na fase de terminação no período de verão, não verificaram diferença significativa no padrão de consumo voluntário de ração em função da concentração de lisina. No entanto, o aumento na ingestão de lisina diária influenciou na resposta da conversão alimentar dos animais.

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., 2007).

Em contrapartida, há evidências que a ractopamina melhora o ganho de peso e a conversão alimentar dos animais, mas também promove mudanças nas proporções de ganho entre a gordura e de proteína. É possível que as alterações geradas pela

ractopamina em relação ao ganho possam alterar os gastos de energia Schinckel et al. (2003).

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.

Assim, pode-se inferir que a economia de energia pela utilização de ractopamina pode melhorar o desempenho dos animais, uma vez que parte da energia que iria ser utilizada para depositar a gordura está disponível para outras funções metabólicas, tais como a produção (Latorre et al., 2008).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, E. C. D., Fialho, E. T., Rodrigues, P. B., Zangeronimo, M. G., Lima, J. A. D. F., & Fontes, D. D. O. (2010). Ractopamine and lysine levels on performance and carcass characteristics of finishing pigs. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 39(9), 1961-1968.
- Andretta, I., Lovatto, P. A., Silva, M. K. D., Lehnen, C. R., Lanferdini, E., & Klein, C. C. (2011). Relationship among ractopamine, nutritional variables and performance in pigs: a meta-analytic study. *Ciência Rural*, 41(1), 186-191.
- Apple, J. K., Maxwell, C. V., Brown, D. C., Friesen, K. G., Musser, R. E., Johnson, Z. B., & Armstrong, T. A. (2004). Effects of dietary lysine and energy density on performance and carcass characteristics of finishing pigs fed ractopamine. **Journal of Animal Science**, 82(11), 3277-3287.
- Apple, J. K., Rincker, P. J., McKeith, F. K., Carr, S. N., Armstrong, T. A., & Matzat, P. D. (2007). Review: Meta-analysis of the ractopamine response in finishing swine. **The Professional Animal Scientist**, 23(3), 179-196.
- Armstrong, T. A., Ivers, D. J., Wagner, J. R., Anderson, D. B., Weldon, W. C., & Berg, E. P. (2004). 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**, 82(11), 3245-3253.
- Asmus, M. (2014, March). Effect of β -mannanase and Lysine Level During Ractopamine Feeding 35 Days Prior to Marketing on Growth Performance and Carcass Characteristics of Finishing Pigs. **In ADSA-ASAS Midwest Meeting**. Asas
- . Ball, M. E. E., Magowan, E., McCracken, K. J., Beattie, V. E., Bradford, R., Gordon, F. J., ... & Henry, W. (2013). The effect of level of crude protein and available lysine on finishing pig performance, nitrogen balance and nutrient digestibility. **Asian-Australasian journal of animal sciences**, 26(4), 564.
- Canchi, D., Li, N., Foster, K., Preckel, P. V., Schinckel, A., & Richert, B. (2010). Optimal control of desensitizing inputs: the case of paylean. *American Journal of Agricultural Economics*, 92(1), 56-69.
- Cha, M. C., & Purslow, P. P. (2012). Expressions of matrix metalloproteinases and their inhibitor are modified by beta-adrenergic agonist Ractopamine in skeletal fibroblasts and myoblasts. **Canadian Journal of Animal Science**, 92(2), 159-166.
- Corassa, A., Kiefer, C., & Nieto, V. M. O. S. (2013). Levels of digestible lysine in diets with ractopamine for finishing pigs. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, 14(3), 485-489.
- Costa-Lima, B. R., Canto, A. C., Suman, S. P., Conte-Junior, C. A., Silveira, E. T., & Silva, T. J. (2014). Sex-specific effect of ractopamine on quality attributes of pork frankfurters. **Meat science**, 96(2), 799-805.

- Ferreira, A. S., de Oliveira Júnior, G. M., de Oliveira Silva, F. C., de Oliveira, R. F. M., & da Silva, E. P. (2013). Ractopamine for Pigs: A Review about Nutritional Requirements. *Journal of Basic and Applied Sciences*, 9, 276-285.
- Friesen, M. J., Kiarie, E., & Nyachoti, C. M. (2006). Ileal amino acid digestibility and reactive lysine content in peas (*Pisum sativum*) fed to growing pigs. ***Animal feed science and technology***, 129(3), 210-223.
- Garbossa, C. A. P., Sousa, R. V. D., Cantarelli, V. D. S., Pimenta, M. E. D. S. G., Zangeronimo, M. G., Silveira, H., ... & Cerqueira, L. G. D. S. (2013). Ractopamine levels on performance, carcass characteristics and quality of pig meat. ***Revista Brasileira de Zootecnia***, 42(5), 325-333.
- Gunawan, A. M., Richert, B. T., Schinckel, A. P., Grant, A. L., & Gerrard, D. E. (2007). Ractopamine induces differential gene expression in porcine skeletal muscles. ***Journal of animal science***, 85(9), 2115-2124.
- Halsey, C. H. C., Weber, P. S., Reiter, S. S., Stronach, B. N., Bartosh, J. L., & Bergen, W. G. (2011). The effect of ractopamine hydrochloride on gene expression in adipose tissues of finishing pigs. ***Journal of animal science***, 89(4), 1011-1019.
- Hinson, R. B., Wiegand, B. R., Ritter, M. J., Allee, G. L., & Carr, S. N. (2011). Impact of dietary energy level and ractopamine on growth performance, carcass characteristics, and meat quality of finishing pigs. ***Journal of animal science***, 89(11), 3572-3579.
- Kessler, A., Muller, G., Wied, S., Crecelius, A., & Eckel, J. (1998). Signalling pathways of an insulin-mimetic phosphoinositolyglycan-peptide in muscle and adipose tissue. ***Biochem. J***, 330, 277-286.
- Kim, S. W., Baker, D. H., & Easter, R. A. (2001). Dynamic ideal protein and limiting amino acids for lactating sows: the impact of amino acid mobilization. ***Journal of animal science***, 79(9), 2356-2366.
- Kiefer, C., & Sanches, J. F. (2009). Meta-analysis of the ractopamine levels in diets for finishing pigs. ***Revista Brasileira de Zootecnia***, 38(6), 1037-1044.
- Kutzler, L. W., Holmer, S. F., Boler, D. D., Carr, S. N., Ritter, M. J., Parks, C. W., ... & Killefer, J. (2011). Comparison of varying doses and durations of ractopamine hydrochloride on late-finishing pig carcass characteristics and meat quality. ***Journal of animal science***, 89(7), 2176-2188.
- Latorre, M. A., Pomar, C., Faucitano, L., Gariépy, C., & Méthot, S. (2008). The relationship within and between production performance and meat quality characteristics in pigs from three different genetic lines. ***Livestock Science***, 115(2), 258-267.
- Main, R. G., Dritz, S. S., Tokach, M. D., Goodband, R. D., Nelssen, J. L., & DeRouchey, J. M. (2009). Effects of ractopamine HCl dose and treatment period on pig performance in a commercial finishing facility. ***Journal of Swine Health and Production***, 17(3), 134-139.
- Manno, M. C., Oliveira, R. F. M. D., Donzele, J. L., Oliveira, W. P. D., Vaz, R. G. M. V., Silva, B. A. N., ... & Lima, K. R. D. S. (2006). Efeitos da temperatura ambiente sobre o

- desempenho de suínos dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 35(2), 471-477.
- Marinho, P. C., Fontes, D. D. O., Silva, F. C. D. O., Silva, M., Pereira, F. A., & Arouca, C. L. C. (2007). 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**, 36(4), 1061-1068.
- Mersmann, H. J. (1998). Overview of the effects of beta-adrenergic receptor agonists on animal growth including mechanisms of action. **Journal of Animal Science**, 76(1), 160-172.
- Mills, S. E. (2002). Biological basis of the ractopamine response. **Journal of Animal Science**, 80(E-Suppl_2), E28-E32.
- Mimbs, K. J., Pringle, T. D., Azain, M. J., Meers, S. A., & Armstrong, T. A. (2005). Effects of ractopamine on performance and composition of pigs phenotypically sorted into fat and lean groups. **Journal of Animal Science**, 83(6), 1361-1369.
- Moody, D. E., Hancock, D. L., Anderson, D. B., & D'Mello, J. P. F. (2000). Phenethanolamine repartitioning agents. **Farm animal metabolism and nutrition.**, 65-96.
- Moore, K. L., Dunshea, F. R., Mullan, B. P., Hennessy, D. P., & D'Souza, D. N. (2009). Ractopamine supplementation increases lean deposition in entire and immunocastrated male pigs. **Animal Production Science**, 49(12), 1113-1119.
- Moraes, E., Kiefer, C., & Silva, I. S. (2010). Ractopamine in diets for immunocastrated, barrows and females. **Ciência Rural**, 40(2), 379-384.
- Pereira, F. A., Fontes, D. O., Silva, F. C. O., Ferreira, W. M., Lanna, A. M. Q., Corrêa, G. S. S., ... & Salum, G. M. (2008). Effects of ractopamine and two lysine levels on performance and carcass traits of gilts in the finishing phase. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 60(4), 943-952.
- Pérez, A., Obispo, N. E., Palma, J., & Chicco, C. F. (2006). Efectos de la ractopamina y lisina sobre la deposición de grasa en cerdos seleccionados magros en la fase de engorde. **Zootecnia Tropical**, 24(4), 435-455.
- Peterson, C. M., Pilcher, C. M., Rothe, H. M., Marchant-Forde, J. N., Ritter, M. J., Carr, S. N., ... & Ellis, M. (2015). Effect of feeding ractopamine hydrochloride on growth performance and responses to handling and transport in heavy-weight pigs. **Journal of Animal Science**, 93(3), 1239-1249.
- Oliveira, B. F. D., Kiefer, C., Santos, T. M. B. D., Garcia, E. R. D. M., Marçal, D. A., Abreu, R. C. D., & Rodrigues, G. P. (2013). Length of ractopamine supplementation in diets for finishing barrows. **Ciência Rural**, 43(2), 355-360.
- Rikard-Bell, C., Curtis, M. A., Van Barneveld, R. J., Mullan, B. P., Edwards, A. C., Gannon, N. J., ... & Dunshea, F. R. (2009). Ractopamine hydrochloride improves growth performance and carcass composition in immunocastrated boars, intact boars, and gilts. **Journal of Animal Science**, 87(11), 3536-3543.

- Rikard-Bell, C. V., Pluske, J. R., van Barneveld, R. J., Mullan, B. P., Edwards, A. C., Gannon, N. J., ... & Dunshea, F. R. (2013). Dietary ractopamine promotes growth, feed efficiency and carcass responses over a wide range of available lysine levels in finisher boars and gilts. **Animal production science**, 53(1), 8-17.
- Sanches, J. F., Kiefer, C., Carrijo, A. S., Moura, M. S. D., Silva, E. A. D., & Santos, A. P. D. (2010). Níveis de ractopamina para suínos machos castrados em terminação mantidos sob estresse por calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 39(7), 1523-1529.
- See, M. T., Armstrong, T. A., & Weldon, W. C. (2004). Effect of a ractopamine feeding program on growth performance and carcass composition in finishing pigs. *Journal of animal science*, 82(8), 2474-2480.
- Silva, E. A. D., Kiefer, C., Moura, M. S. D., Bünzen, S., Santos, A. P. D., Silva, C. M., & Nantes, C. L. (2011). Duration of ractopamine supplementation in diets for finishing gilts maintained under high temperature environment. *Ciência Rural*, 41(2), 337-342.
- Schinckel, A. P., Li, N., Richert, B. T., Preckel, P. V., & Einstein, M. E. (2003). Development of a model to describe the compositional growth and dietary lysine requirements of pigs fed ractopamine. **Journal of Animal Science**, 81(5), 1106-1119.
- Sobrinho, D. C. D. S., de Oliveira Júnior, G. M., Roner, M. N. B., Ferreira, A. S., de Oliveira, A. G., dos Santos, W. G., ... & da Silva Moraes, J. A. (2013). Lisina digestível para suínos machos castrados submetidos a estresse por calor dos 95 aos 115 kg. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, 14(3).
- Souza, E. D. O., Haese, D., Kill, J. L., Haddade, I. R., Lacerda, E. D. G., Saraiva, A., ... & Sobreiro, R. P. (2011). Digestible lysine levels in diets supplemented with ractopamine. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 40(10), 2186-2191.
- Webster, M. J., Goodband, R. D., Tokach, M. D., Nelssen, J. L., Dritz, S. S., Unruh, J. A., ... & Marsteller, T. A. (2007). Interactive effects between ractopamine hydrochloride and dietary lysine on finishing pig growth performance, carcass characteristics, pork quality, and tissue accretion. **The Professional Animal Scientist**, 23(6), 597-611.
- Williams, N. H., Cline, T. R., Schinckel, A. P., & Jones, D. J. (1994). The impact of ractopamine, energy intake, and dietary fat on finisher pig growth performance and carcass merit. **Journal of animal science**, 72(12), 3152-3162.

Lisina digestível e ractopamina em rações para suínos machos castrados em terminação no período de inverno

Resumo – Objetivando-se estudar níveis de lisina digestível em rações suplementadas ou não com ractopamina para suínos em terminação no período de inverno. Foram utilizados 128 suínos híbridos comerciais selecionados para deposição de carne, machos castrados, com peso médio de $78,2 \pm 2,1$ kg, distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, em arranjo fatorial 4 x 2 - quatro níveis de lisina digestível (0,730; 0,830; 0,930 e 1,030%) e dois níveis de ractopamina (0 e 10ppm) – com oito repetições e dois animais por unidade experimental. Foi observado efeito dos níveis lisina digestível com a inclusão de ractopamina sobre conversão alimentar. Os níveis de lisina digestível afetaram o consumo diário de lisina dos suínos. A suplementação com ractopamina na ração melhorou o peso final, ganho de peso diário, conversão alimentar, espessura de toucinho e a profundidade de músculo dos animais. As concentrações de lisina modificaram a porcentagem de carne magra e quantidade de carne magra dos animais. A adição de ractopamina na ração aumentou o rendimento de carcaça, porcentagem de carne magra, quantidade de carne magra e os valores de coloração A* e B* quando comparados os animais que não consumiram. Conclui-se que os melhores resultados de desempenho e de características de carcaça de suínos machos castrados em terminação no período de inverno foram obtidos com os níveis de 1,030 e 0,730% de lisina digestível, correspondente a um consumo diário estimado de 34,3g e 24,2g, respectivamente, com suplementação de 10 ppm de ractopamina ou não na ração.

Palavras-chave: aditivo, aminoácido, desempenho, exigência, nutrição

Lysine and ractopamine in diets for barrows finishing in the winter period

Abstract - In order to study lysine levels in diets supplemented or not with ractopamine for finishing pigs in the winter period. Selected 128 commercial hybrid pigs were used for meat deposition, castrated males, with average weight of 78.2 ± 2.1 kg were assigned to experimental design of randomized blocks in a factorial 4 x 2 - Four lysine levels (0.730; 0.830; 0.930 and 1.030%) and two ractopamine levels (0 and 10 ppm) - with eight replications and two animals each. It was observed effect of digestible lysine levels with the inclusion of ractopamine on feed conversion. The lysine levels affected the daily lysine intake of pigs. Supplementation with ractopamine in feed improved body weight, daily gain, feed conversion, backfat thickness and depth of animal muscle. The lysine concentrations changed the percentage of lean meat and amount of lean meat of the animals. The addition of ractopamine in the feed increased carcass yield, percentage of lean meat, amount of lean meat and coloring values A * and B * compared animals who did not consume. We conclude that the best results of performance and male pig carcass characteristics castrated finishing in the winter period were obtained with the levels of 1.030 and 0.730% digestible lysine, corresponding to an estimated daily consumption of 34,3g and 24 , 2g, respectively eat supplementation of 10 ppm of ractopamine or not the feed.

Key-words: additive, amino acids, performance requirements, nutrition

INTRODUÇÃO

A utilização dos aminoácidos industriais possibilitou aplicar o conceito da proteína ideal na formulação de rações. Sendo assim, as exigências dos aminoácidos passaram a ser expressos com base na exigência de lisina. A lisina foi escolhida como o aminoácido referência por ser o primeiro aminoácido limitante nas rações à base de milho e soja para suínos em crescimento (Baker et al., 1993; Parson & Baker, 1994). Além disso, as respostas de desempenho e composição de carcaça dos animais podem estar diretamente associadas ao seu nível na ração.

A ractopamina é um agonista β -adrenérgico têm sido utilizados no sentido de promover mudanças nas prioridades de deposição tecidual, resultando em animais com carcaças mais magras e ao mesmo tempo promovendo melhora no desempenho.

Na literatura está bem documentada que a ractopamina melhora a eficiência alimentar (Moraes et al., 2010; Hinson et al., 2011; Garbossa et al., 2013); o ganho de peso diário (Peterson et al. 2015; Apple et al., 2007) e as características de carcaça (Kiefer e Sanches 2009; Andretta et al., 2011) em suínos em terminação.

No entanto, a resposta da ractopamina nos suínos pode ser influenciada, entre outros fatores, pela classe sexual (Rikard-Bell, et al., 2009), dosagem e duração da ractopamina (Oliveira et al., 2013) e temperatura ambiental (Ferreira et al., 2013) e o nível de lisina na ração (Corassa, et al., 2013).

Portanto, as alterações metabólicas produzidas pela ractopamina parecem depender do consumo de lisina, para afetar o ganho de peso, nos animais que recebem o agonista beta-adrenérgico na sua ração, embora o consumo de ração não seja sempre influenciado (Ferreira et al., 2013).

Por tudo que foi exposto, objetivou-se avaliar níveis de lisina digestível e ractopamina para suínos machos castrados em terminação no período de inverno.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Granja de Suínos da Fazenda Experimental Vale do Piranga da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), localizada no município de Oratórios – MG, nos meses de junho e julho de 2013.

O experimento foi realizado com autorização do Comitê de Ética do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (processo nº36/ 2012) e os cuidados e uso dos suínos foram realizados de acordo com as normas para uso de animais em experimentos (Anexo 1).

Foram utilizados 128 suínos híbridos comerciais selecionados para deposição de carne, machos castrados, com peso inicial de $78,2 \pm 4,3$ kg. Os animais foram distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, em arranjo fatorial 4 x 2, sendo quatro níveis de lisina digestível (0,730; 0,830; 0,930 e 1,030%) e dois níveis de ractopamina (0 e 10 ppm), com oito repetições e dois animais por unidade experimental. A unidade experimental foi constituída pela baia e na formação de blocos foi considerado como critério o peso inicial dos animais. O período experimental teve a duração de 28 dias.

Os tratamentos foram constituídos de uma ração basal suplementada com L-lisina HCl e ractopamina (0 e 10 ppm) em substituição ao amido. As rações experimentais foram formuladas à base de milho e farelo de soja e suplementadas com minerais, vitaminas e aminoácidos industriais para atender às exigências dessa categoria animal, de acordo com Rostagno et al. (2011) exceto para a lisina digestível.

Em todas as rações foram verificadas as relações entre os aminoácidos essenciais com a lisina digestível a fim de assegurar que nenhum aminoácido se tornasse limitante. Na avaliação das relações aminoacídicas foram utilizadas aquelas preconizadas por Rostagno et al. (2011) na proteína ideal para animais em terminação.

As análises químicas das rações foram executadas de acordo com Silva e Queiroz (2002) no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV. As análises de aminoácidos totais das rações (basais) foram realizadas no Laboratório da EVONIK DEGUSSA do Brasil e, em seguida, foram convertidos em aminoácidos digestíveis utilizando-se os coeficientes de digestibilidade preconizados por Rostagno et al. (2011).

As rações e a água foram fornecidas à vontade aos animais.

Os animais foram alojados em baias com piso de concreto e paredes de alvenaria, com cobertura de telhas de amianto, dotados de comedouros semi-automáticos e bebedouros tipo chupeta, com área de 1,87 m²/animal.

As temperaturas ambientais no interior do galpão foram verificadas diariamente às 7:00h por meio de termômetros de máxima e mínima e às 7:00; 12:00 e 17:00h por meio de termômetros de globo negro. A umidade relativa do ar foi verificada às 7:00; 12:00 e 17:00h por meio de termômetros de bulbo seco e úmido (7, 12 e 17 h), ambos mantidos em uma baia vazia no centro do galpão a meia altura do corpo dos animais. Os valores registrados foram convertidos no índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) de acordo com Buffington et al. (1981), para caracterização do ambiente térmico ao quais os animais foram submetidos.

Ao final do período experimental, após a pesagem, os animais foram submetidos a um jejum alimentar de 15 horas. Após o jejum, os animais foram novamente pesados foram insensibilizados pelo método de eletronarcole e, posteriormente, sangrados, escaldados e eviscerados, seguindo-se as normas da COBEA para abate humanitário.

As carcaças foram avaliadas individualmente com o auxílio de pistola tipificadora introduzida na altura da 3^a vértebra dorsal, transpassando o toucinho e o músculo Longissimus dorsi, conforme procedimentos adotados pelo frigorífico para tipificação de carcaças e foram obtidos os resultados de espessura de toucinho (ET), profundidade de lombo (PL), bem como a porcentagem (PCM) e quantidade de carne magra (QCM) na carcaça. Além disso, foi determinado o rendimento de carcaça (RC) por meio da relação entre o peso da carcaça quente e o peso dos animais em jejum.

Após a tipificação, as carcaças foram conduzidas para a câmara fria onde foram armazenadas e resfriadas a 5°C por 18h. Posteriormente, as meias-carcaças direitas de cada animal, foram seccionadas entre a 10° e 11° costela, para avaliação da área de lombo (AOL). Para mensurar a AOL, colocou-se sobre a superfície do longissimus dorsi uma película transparente, de plástico, na qual desenhou o contorno do músculo com caneta própria. Após obter o contorno, foi tirada uma cópia da película transparente, em papel com área e peso conhecido. Recortou-se o contorno que estava no referido papel e foi pesado cada parte em balança de precisão para obter a área da seção transversal do músculo, sendo AOL= (Peso da amostra X área do papel/peso do papel) conforme a metodologia de Bridi et al. (2006).

Tabela 1 – Composição percentual e calculada das rações experimentais.

Ingredientes	Níveis de lisina digestível (%)/ ractopamina (ppm)							
	0				10			
	Níveis de lisina digestível (%)							
	0,736	0,836	0,937	1,038	0,736	0,836	0,937	1,038
Milho	73,545	73,545	73,545	73,545	73,545	73,545	73,545	73,545
Farelo de soja	23,350	23,350	23,350	23,350	23,350	23,350	23,350	23,350
Sal comum	0,355	0,355	0,355	0,355	0,355	0,355	0,355	0,355
Fosfato bicálcio	1,080	1,080	1,080	1,080	1,080	1,080	1,080	1,080
Calcário	0,410	0,410	0,410	0,410	0,410	0,410	0,410	0,410
Ractop⁴	0,000	0,000	0,000	0,000	0,050	0,050	0,050	0,050
L-lisina HCl	0,000	0,129	0,258	0,387	0,000	0,129	0,258	0,387
DL-metionina	0,000	0,010	0,073	0,136	0,000	0,010	0,073	0,136
L-treonina	0,000	0,000	0,078	0,152	0,000-	0,000	0,078	0,152
L-triptofano	0,000	0,000	0,005	0,026	0,000	0,000	0,005	0,026
L-valina	0,000	0,000	0,000	0,009	0,000	0,000	0,000	0,009
Amido	0,910	0,771	0,496	0,200	0,860	0,721	0,446	0,150
Mistura mineral ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Mistura vitamínica ²	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Antibiótico ³	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição nutricional calculada ⁵ e determinada ⁶								
EM (kcal/kg) ⁵	3220	3220	3220	3220	3220	3220	3220	3220
Proteína bruta (%)	16,66	16,79	16,97	17,25	16,66	16,79	16,97	17,25
Lisina digest. (%)⁶	0,730	0,830	0,930	1,030	0,730	0,830	0,930	1,030
Met+Cis Digest.(%) ⁶	0,497	0,507	0,569	0,630	0,497	0,507	0,569	0,630
Treonina digest. (%) ⁶	0,538	0,538	0,614	0,687	0,538	0,538	0,614	0,687
Triptofano digest.(%) ⁶	0,167	0,167	0,171	0,192	0,167	0,167	0,171	0,192
Valina digest. (%) ⁶	0,694	0,694	0,694	0,703	0,694	0,694	0,694	0,703
Sódio (%) ⁵	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160
Cálcio (%) ⁵	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Fósforo disponível (%) ⁵	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
Ractopamina(ppm)⁵	0	0	0	0	10	10	10	10

¹Conteúdo por quilo de ração: 50mg de ferro; 10mg de cobre; 25mgde manganês; 70 mgde zinco; 0,3mg de cobalto; 0,8mg de iodo.

²Conteúdo por quilo de ração: 4.200 UI de vitamina A; 900 UI de vitamina D3; 30mg de vitamina E; 1,9mg de vitamina K ; 0,012 mg de vitamina B12; 2,7mg de vitamina B2; 0,24mg de selênio;0,06mg de biotina; 10mg de ácido pantotênico; 18mg de niacina; 250mg de colina; 0,7mg de vitamina B1; 1,4mg de vitamina B6 e 0,25mg de ácido fólico.

³Princípio ativo: enramicina 8%.

⁴Cloridrato de ractopamina 20%.

⁵Composição calculada, segundo Rostagno (2011)

⁶Valores de aminoácidos totais analisados pela EVONIK DEGUSSA, e em seguida convertidos em aminoácidos digestíveis utilizando-se os coeficientes de digestibilidade preconizados por Rostagno et al. (2011).

Em seguida, foi retirada uma amostra de aproximadamente 20 cm do músculo Longissimus dorsi de cada unidade experimental com peso mais próximo da média do tratamento. As amostras depois de identificadas e embaladas em sacos plásticos de polietileno foram acondicionadas em caixas térmicas com gelo e transportadas até o Laboratório de Ciência da Carne do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

No laboratório, o músculo foi seccionado em cortes transversais, de 2,54 cm de espessura e estas amostras foram armazenadas a -20°C para posteriores análises.

A coloração do músculo Longissimusdorsi foi avaliada pelo sistema CIELAB, avaliando os parâmetros L* (luminosidade), a* (índice de vermelho) e b* (índice de amarelo) e pela determinação do índice de saturação (C*), foi calculado segundo a equação $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$.

As análises de perda de líquido ao descongelamento e na cocção foram determinadas da seguinte maneira: as amostras congeladas foram pesadas e novamente embaladas em sacos de polietileno, identificadas e armazenadas câmara fria por 24 h a 4°C para descongelamento. Após 24 h, as amostras foram enxugadas levemente com papel toalha e novamente pesadas.

O cálculo da perda líquida no descongelamento foi realizado de acordo com a fórmula a seguir:

$$PLD (\%) = \frac{(\text{Peso da amostra congelada} - \text{Peso da amostra descongelada}) \times 100}{\text{Peso da amostra congelada}}$$

As amostras foram então assadas em forno convencional até que a temperatura interna da carne atingisse 71°C. A seguir, foram retiradas do forno e resfriadas em temperatura ambiente, quando foram novamente pesadas (Bridi et al., 2006). A seguir,

foram embalados, identificados e deixados por mais 24 horas na geladeira, sendo pesados novamente após este período.

Para cálculo da perda líquida por cocção foi utilizada a formula a seguir:

$$PLC (\%) = \frac{(\text{Peso da amostra descongelada} - \text{Peso da amostra assada})}{\text{Peso da amostra descongelada}} \times 100$$

Peso da amostra descongelada

A porcentagem de perdas totais foi obtida através da relação entre o bife congelado e o bife assado.

A força de cisalhamento (FC) foi determinada segundo metodologia descrita por AMSA (1995). As amostras provenientes da determinação das perdas por cocção foram cortadas em cilindros de 1,27 cm de diâmetro com o auxílio de um cortador cilíndrico, orientado paralelamente ao eixo das fibras. Foram removidos 6 cilindros (sub-amostras) aleatoriamente de cada amostra. As amostras cilíndricas foram cisalhadas perpendicularmente à orientação das fibras musculares, utilizando-se lâmina de corte em 'V', com angulação de 60°, espessura de 1,016 mm e velocidade fixa de 20 cm/min, acoplada a aparelho Warner-Bratzler. A força necessária para cisalhar as amostras foi obtida em kgf.

A determinação do índice de fragmentação miofibrilar (IFM) foi realizada conforme metodologia descrita por Culler et al. (1978). Foram utilizados quatro gramas do músculo Longissimusdorsi, livres de gordura e de tecido conectivo. As amostras foram homogeneizadas em Ultra – Turrax com haste de cisalhamento (Marconi – MA 102/E) a 18000rpm em 40 mL de Tampão de Índice de Fragmentação Miofibrilar (TMFI) a 2°C (100 mM KCL, 20 mM de fosfato potássio pH 7,0, 1 mM MgCl₂ e 1 mM NaN₃, pH 7,0), duas vezes, durante 30 segundos por vez.

Após a homogeneização as amostras foram centrifugadas a 1000 g por 15 minutos a 2°C e o sobrenadante foi descartado. O pellet obtido foi suspenso em 20 mL de TMFI a 2°C e homogeneizado com bastão de vidro, e novamente centrifugado em uma amostra de 1000 g por 15 minutos à 2°C e o sobrenadante foi, mais uma vez, descartado.

O pellet resultante foi então ressuspenso em 10 mL de TMFI a 2°C e submetido ao vórtex até a amostra tornar-se bastante homogênea para ser filtrada em peneira de polietileno com malha de 1mm. Foi feita a quantificação de proteínas miofibrilares totais pelo método do Macro Biureto (Gornall et al., 1949). Para determinação de IFM, as amostras foram preparadas com o TMFI para um volume final de 8,0 mL e concentração de proteína foi de 0,5 mg/mL.

As amostras foram então submetidas à leitura em absorvância no comprimento de onda de 540 nm. O valor de IFM foi obtido pelo seguinte cálculo:

$$\text{IFM} = \text{Absorvância} \times 200^*$$

* Fator de escala para converter os valores de absorvância conforme sugerido por Culler et al. (1978).

A curva padrão e o preparo das amostras foram realizados utilizando-se o método de extração ácido aquosa, conforme descrito por Kang et al. (2001). Para a determinação da curva foi preparada uma solução 0,0001 M do padrão 1,1,3,3-tetrametoxipropano (TMP) em ácido perclórico 3,86%.

Dessa solução foram retiradas alíquotas, que foram transferidas para balões volumétricos de 10 mL sendo, em seguida, o volume completado com ácido perclórico 3,86%. De cada balão, 2 mL foram transferidos para tubos de ensaio com tampa. Posteriormente foi adicionado 2 mL da solução aquosa 20 mM de ácido 2-tiobarbitúrico (TBA), os tubos foram fechados, agitados e aquecidos em banho-maria fervente por 30 minutos.

Após o resfriamento até temperatura ambiente, foi lida a densidade ótica em espectrofotômetro a 532 nm. Com as leituras de absorvâncias obtidas, foi então traçada uma curva de calibração para o cálculo dos níveis de substâncias que reagem ao TBA (TBARS) nas amostras. O preparo da amostra e determinação da oxidação lipídica foi conduzido da seguinte forma: em um tubo de ensaio médio, foram pesados aproximadamente 3 g da carne, foi feita a adição de 18 mL de ácido perclórico 3,86%, e em seguida o tubo com esse conteúdo foi levado em um agitador tipo Vórtex por 15 segundos a alta velocidade.

O homogeneizado foi filtrado em papel de filtro Whatman nº1. Posteriormente, 2 mL do filtrado foram colocados em tubos de ensaio pequenos com rosca, por duplicata, acrescidos de 2 mL de solução aquosa 20 mM de TBA. Os tubos foram aquecidos em banho-maria fervente por 30 minutos. Após o resfriamento até temperatura ambiente, a densidade ótica foi lida em espectrofotômetro a 532 nm. A quantidade de TBARS da amostra foi expressa em mg de malonaldeído por kg de carne.

A baía foi considerada a unidade experimental para análise das variáveis de desempenho (CRD, GPD, CA e CLD) e das características de carcaça (PL, AOL, ET, PCQ, RC, PCF, PCM, RCM, RP e RDC). Apenas um animal de cada repetição com peso mais próximo da média de cada tratamento, foi considerado como unidade

experimental para as análises estatísticas de qualidade da carne (PLD, PLC, IFM, FC, cor e Tbars). Na análise da cor foram utilizadas as médias dos valores das sub-amostras.

O modelo estatístico utilizado foi: $Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + e_{ijk}$. Em que, μ = média geral; α = efeito dos níveis de lisina; β = efeito de ractopamina; $\alpha\beta$ = efeito da interação de níveis de lisina e ractopamina, e = erro aleatório.

Os parâmetros obtidos foram submetidos à análise de variância pelo procedimento do modelo linear geral (GLM), do programa estatístico SAS (2001). Os efeitos incluídos no modelo foram: nível de lisina digestível, nível de ractopamina e a interação entre esses níveis (lisina e ractopamina). A interação foi desdobrada, ou não, de acordo com a significância e o efeito dos níveis de lisina foi avaliado por análise de regressão linear e/ou quadrática, em função do melhor ajuste do modelo às variáveis. As eventuais diferenças entre as médias para o fator ractopamina foram comparadas pelo teste F. Valores de probabilidade menores que 0,05 foram considerados significativos.

RESULTADOS

Durante o período experimental as temperaturas máxima, mínima e a do ar no interior do galpão experimental mantiveram-se em 24,7; $15,0 \pm 2,0 \pm 2,2$ e $22,0 \pm 3,9^\circ\text{C}$, respectivamente. A umidade relativa e o índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) calculados no período foram de $73,2 \pm 9,8\%$ e $68,0 \pm 4,9$, respectivamente.

Não houve efeito ($P>0,05$) da interação entre os níveis de lisina digestível e de ractopamina sobre os parâmetros de desempenho, características de carcaça e de qualidade de carne nos suínos.

Tabela 2 – Desempenho de suínos em terminação alimentados com rações contendo diferentes níveis de lisina digestível (Lis) com ou sem a suplementação

Níveis de lisina digestível (%)				Níveis de RAC (ppm)	Médias	P-valor			CV (%)
0,730	0,830	0,930	1,030			Lis	Rac	Lis X Rac	
<u>Peso inicial (kg)</u>									
78,34	78,12	78,25	78,20	0	78,21				
				10	78,25	0,4925	0,6983	0,3009	0,51
<u>Peso final (kg)²</u>									
115,10	114,81	115,44	114,81	0	112,28A				
				10	117,80B	0,9037	0,0001**	0,5176	3,54
<u>Consumo de ração diário (kg)</u>									
3,355	3,346	3,313	3,280	0	3,312				
				10	3,335	0,7536	0,6730	0,3953	6,45
<u>Consumo de lisina diário (g)¹</u>									
24,70	27,37	31,55	34,13	0	29,37				
				10	29,51	0,0001*	0,7780	0,4280	6,17
<u>Ganho de peso diário (kg)²</u>									
1,319	1,316	1,328	1,307	0	1,220A				
				10	1,416B	0,9411	0,0001**	0,5912	10,08
<u>Conversão alimentar (kg/ kg)</u>									
2,71	2,73	2,69	2,74	0	2,72A	0,1428			
2,41	2,39	2,32	2,31	10	2,36B	0,0020*	0,0001**	0,0826	5,79

com ractopamina (Rac), aos 28 dias de experimento.

*Efeito linear ($P<0,05$) **Efeito pelo teste de Fisher-Snedecor ($P<0,05$).

O peso final (PF) dos animais não variou ($P>0,05$) devido ao aumento do nível de lisina digestível da ração. No entanto, a inclusão de ractopamina proporcionou um aumento ($P=0,0001$) de 4,9% no PF dos suínos.

Não foi verificada influência ($P>0,05$) dos níveis de lisina digestível e da utilização de RAC no consumo de ração diário (CRD) dos animais.

O nível de lisina digestível da ração influenciou ($P=0,001$) o consumo de lisina diário dos animais, que aumentou de forma linear de acordo com a equação: $\hat{Y} = 24,821X + 4,728$; $r^2=0,99$.

Não foi verificada variação ($P>0,05$) do ganho de peso diário (GPD) dos animais devido ao aumento do nível de lisina nas rações contendo ou não RAC. A utilização de RAC na ração resultou em aumento ($P=0,0001$) de 16,06% no GPD dos animais.

Embora não tenha sido observada interação ($P=0,0826$) entre os níveis de lisina digestível e de RAC na conversão alimentar (RAC) dos animais, foi constatado que somente os alimentados com a ração com RAC tiveram sua CA influenciada pelos níveis de lisina digestível que melhorou ($P=0,002$) segundo a equação: $\hat{Y} = - 0,864 X + 3,433$; $r^2=0,96$.

Os animais alimentados com rações com RAC foram em média, 13,2% mais eficientes no aproveitamento de nutrientes ($P=0,0001$).

Em relação à área de olho de lombo (AOL) não foi modificada ($P>0,05$) pelas concentrações de lisina digestível nas rações. Porém, a inclusão de ractopamina nas rações dos suínos aumentou ($P=0,0034$) a AOL do longissimus dorsi animais.

Os níveis de lisina digestível nas rações não influenciaram ($P>0,05$) a profundidade de lombo (PL) dos animais. Foi verificado aumento ($P=0,0237$) médio de 6,05% no PL dos animais devido a utilização de RAC nas rações.

Não houve efeito ($P>0,05$) dos níveis de lisina digestível sobre a espessura de toucinho (ET) dos animais. Os animais que receberam a ração com ractopamina apresentaram redução ($P=0,0001$) de 17,70% na ET que correspondeu 3,16 mm.

Os níveis de lisina digestível não influenciaram ($P>0,05$) o rendimento de carcaça (RC) dos animais. A suplementação com ractopamina nas rações aumentou ($P=0,025$) 1,84 pontos percentuais do RC dos suínos em relação aos que não a consumiram.

Tabela 3 – Características de carcaça de suínos em terminação alimentados com rações contendo diferentes níveis de lisina digestível (Lis) com ou sem a suplementação com ractopamina (Rac), aos 28 dias de experimento.

Níveis de lisina digestível (%)				Níveis de RAC (ppm)	Médias	P-valor			CV (%)	
0,730	0,830	0,930	1,030			Lis	Rac	Lis X Rac		
<u>Profundidade de lombo (mm)</u>										
68,05	68,34	69,35	71,55	0	67,29A	0,4836	0,0237**	0,7231	10,32	
				10	71,36B					
<u>Área de olho de lombo (mm)</u>										
44,30	44,65	44,70	45,05	0	43,64A	0,6576	0,0034**	0,8698	7,16	
				10	46,55B					
<u>Espessura de toucinho (mm)</u>										
16,23	16,44	16,45	15,96	0	17,85B	0,8095	0,0001**	0,2691	14,58	
				10	14,69A					
<u>Rendimento de carcaça (%)</u>										
76,15	77,21	77,41	77,08	0	76,04	0,7189	0,0323	0,9333	4,38	
				10	77,88					
<u>Quantidade de Carne magra (kg)</u>										
46,03	47,68	49,44	51,57	0	45,91A	0,0001*	0,0001**	0,0915	8,69	
				10	51,45B					
<u>Porcentagem de Carne magra (%)</u>										
54,77	56,39	56,88	56,93	0	55,71	0,0004*	0,0065**	0,3319	2,84	
				10	56,77					

*Efeito linear (P<0,05)) **Letras diferentes diferem (P<0,05) pelo teste de Fisher-Snedecor.

A quantidade de carne magra (QCM) foi modificada (P=0,0001) de forma linear ascendente pela concentração de lisina digestível na ração, segundo a seguinte equação: $\hat{Y} = 6,369X + 39,609$, $r^2=0,88$. A adição de ractopamina melhorou (P=0,001) a QCM na carcaça dos animais em 12,07% em comparação aos que não consumiram.

Foi constatado efeito (P=0,0004) linear dos níveis de lisina digestível em relação à porcentagem de carne magra (PCM) da carcaça dos animais, segundo a seguinte equação: $\hat{Y} = 6,369X + 39,609$, $r^2=0,88$. Quando foi avaliada a adição de ractopamina na ração sobre a PCM, foi verificado um aumento (P=0,0065) de 1,90%.

O pH do lombo dos animais nos 45 min (pH₄₅) pós morte não foi influenciado (P>0,05) pelos níveis de lisina digestível e de ractopamina das rações.

As concentrações de lisina nas rações não alteraram ($P>0,05$) o pH final (18 horas) longissimus dorsi dos suínos. A adição de RAC na ração não modificou ($P>0,05$) o pH da carne dos animais.

Os níveis de lisina não alteraram ($P>0,05$) os valores de luminosidade (*L) dos lombos. A suplementação de RAC na ração também não modificou ($P>0,05$) os escores de coloração L*.

Tabela 4 – Qualidade de carne dos suínos em terminação alimentados com rações contendo diferentes níveis de lisina digestível (Lis) com ou sem a suplementação com ractopamina (Rac), aos 28 dias de experimento.

Níveis de lisina digestível (%)				Níveis de RAC (ppm)	Médias	P-valor			CV (%)
0,730	0,830	0,930	1,030			Lis	Rac	Lis X Rac	
<u>pH 45 min</u>									
5,77	5,79	5,71	5,77	0	5,74	0,8421	0,5121	0,9838	5,18
				10	5,78				
<u>pH 18 horas</u>									
5,58	5,60	5,51	5,55	0	5,55	0,7445	0,6173	0,9961	5,29
				10	5,58				
<u>Cor B</u>									
2,71	2,63	2,61	2,72	0	2,98A	0,6688	0,0013*	0,5982	19,80
				10	2,36B				
<u>Cor A</u>									
5,58	5,27	5,47	5,40	0	5,74B	0,9104	0,0001*	0,2043	17,02
				10	5,12A				
<u>Cor L</u>									
41,37	41,91	41,71	40,90	0	41,74	0,2341	0,1432	0,9670	3,89
				10	41,20				

*Letras diferentes diferem ($P<0,05$) pelo teste de Fisher-Snedecor.

A intensidade de vermelho (A*) do lombo não foi alterada ($P>0,05$) pelo aumento dos níveis de lisina das rações. A suplementação com RAC nas rações diminuiu ($P=0,001$) os valores de A* do lombo dos suínos em 13,09% em comparação aos que não a ingeriram.

Os níveis de lisina digestível não afetaram ($P>0,05$) os valores de intensidade de amarelo (*B) do músculo. A adição de RAC na ração diminuiu em 20,80% os valores de B* do longissimus dorsi dos animais que consumiram em comparação aos que não consumiram.

As concentrações de lisina digestível não influenciaram ($P>0,05$) a perda de líquido por descongelamento (PLD) da carne. A adição de RAC nas rações não modificou a PLD do longissimus dorsi dos suínos em comparação aos que não ingeriram.

A perda de líquido por cocção (PLC) do músculo não foi afetada pelos níveis de lisina digestível das rações. Não foi observada diferença significativa da inclusão de RAC sobre o PLC do longissimus dorsi dos suínos.

Os níveis de lisina não afetaram a força de cisalhamento (FC) do lombo dos suínos. A FC do longissimus dorsi não foi alterada quando foi adicionado RAC nas rações dos suínos.

Tabela 5 – Qualidade de carne de suínos em terminação alimentados com rações contendo diferentes níveis de lisina digestível (Lis) com ou sem a suplementação com ractopamina (Rac), aos 28 dias de experimento.

Níveis de lisina digestível (%)				Níveis de RAC (ppm)	Médias	P-valor			CV (%)
0,736	0,836	0,937	1,038			Lis	Rac	Lis X Rac	
<u>Perda de líquido por descongelamento (%)</u>									
10,99	10,80	10,28	10,35	0	10,73	0,5524	0,5532	0,3562	16,77
				10	10,49				
<u>Perda de líquido por cocção (%)</u>									
21,97	23,48	24,30	23,48	0	23,77	0,2643	0,2785	0,4020	10,11
				10	22,85				
<u>Força de cisalhamento (kgf)</u>									
3,17	3,18	3,21	3,11	0	3,15	0,8027	0,7398	0,8841	10,99
				10	3,18				
<u>Índice de fragmentação miofibrilar (%)</u>									
59,65	60,39	61,43	61,05	0	60,15	0,8559	0,5256	0,7818	7,87
				10	61,11				
<u>Oxidação lipídica (MDA, mg/kg)</u>									
0,456	0,448	0,455	0,455	0	0,452	0,9663	0,9390	0,8623	17,78
				10	0,454				

Os níveis de lisina não modificaram ($P>0,05$) o índice de fragmentação miofibrilar (IFM) da carne dos suínos. O IMF não foi alterado ($P>0,05$) pela adição de RAC na ração dos suínos.

Não foi observada alteração ($P>0,05$) dos teores de Tbars do longissimus dorsi dos suínos pelos níveis de lisina digestível das rações, indicando oxidação lipídica similar entre os tratamentos. A adição de RAC nas rações dos suínos não modificou ($P>0,05$) o Tbars do longissimus dorsi dos suínos.

DISCUSSÃO

A temperatura média do ar obtida nesse estudo pode ser caracterizada como de conforto térmico por estar compreendida na faixa de temperatura de 20 e 24°C, que foi estabelecida por Sampaio et al. (2004) como de termoneutralidade para suínos em terminação. Além disso, o ITGU calculado nesse estudo foi similar ao de $69,6 \pm 4,0$ considerado por Kiefer et al. (2010) como de conforto térmico para suínos em terminação. Assim, pode-se inferir que nesse estudo os animais foram submetidos a um ambiente de termoneutralidade.

Em estudos recentes conduzidos por Rikard-Bell et al. (2013a,b) avaliando desempenho e características de carcaça de suínos em terminação alimentados com rações contendo diferentes níveis de lisina digestível e RAC por um período de 28 dias, também não observaram efeito de interação entre os fatores para as variáveis estudadas.

Por outro lado, Carr et al. (2005) observaram interação entre os níveis de lisina e de RAC sobre o desempenho. De acordo com Perez, et al. (2005) a diferença de resultados é devida à diferença de níveis de lisina e RAC empregada nos trabalhos ou ainda na diversidade de condições experimentais, como temperatura ambiente, desafio imune e genética dos animais.

A melhora no peso final dos animais neste trabalho ficou acima das obtidas por Rickard et al. (2012), Pompeu et al. (2013) e Hinson et al. (2013) em estudos conduzidos com suínos alimentados com diferentes dosagens de RAC (5, 7,4 e 10 ppm) que corresponderam, respectivamente a 3,5; 3,3 e 2,8%.

A ausência de efeito no consumo voluntário de ração, também foi verificada por Rikard-Bell et al. (2013) que avaliando níveis de lisina total variando de 0,56 a 1,01% com adição ou não de RAC nas concentrações de 5 e 20 ppm para suínos machos castrados e fêmeas em terminação. Ainda de forma consistente com esses resultados, Marinho et al. (2007 a, b) e Souza et al. (2011) também não verificaram influência significativa dos níveis de lisina da ração sobre o consumo de ração diário (CRD) dos suínos em terminação.

Por outro lado, Webster et al. (2007) que trabalhando com níveis de lisina total variando de 0,60 a 1,40% com suplementação ou não de RAC nas concentrações de 0, 5 e 10 ppm, observaram redução do CRD dos animais devido o aumento da concentração de lisina.

Como o aumento dos níveis de lisina nos diferentes estudos foi feito com a utilização de aminoácidos industriais, possíveis diferenças nas relações dos aminoácidos essenciais com a lisina pode ocorrer, o que justificaria as diferenças no CRD.

No presente estudo não foi observado efeito das concentrações de lisina sobre o ganho de peso diário (GPD) dos animais. De forma similar, Corassa et al. (2013) que avaliando níveis de lisina digestível variando de 0,94 a 1,04% com a adição de 5 ppm de RAC para suínos machos castrados e fêmeas na fase de terminação por um período de 28 dias.

Por outro lado, Apple et al. (2004) trabalhando com suínos na fase de terminação, avaliando níveis de lisina total entre 0,562; a 1,024% e dois níveis de energia metabolizável (3,30 e 3,48 Mcal/kg) com a suplementação de 10 ppm de RAC na ração por um período de 28 dias, verificaram que os níveis crescentes de lisina resultou em aumento linear no GPD dos animais.

O fato de esses últimos autores terem avaliados níveis de lisina total a partir de 0,562% que é considerado muito baixo em relação aos valores: 0,942% e 0,780% preconizado respectivamente por Rostagno et al. (2011) e NRC (2012), podem justificar a diferença de resposta de GPD nesse estudo.

A resposta obtida no GPD dos animais que ingeriram rações contendo ractopamina estar em conformidade com Apple et al. (2007) que com base em uma metanálise de 23 estudos, concluíram que a suplementação de RAC em diferentes concentrações (5, 10 ou 20 ppm) melhorou o GPD dos suínos em terminação.

Como o efeito positivo da suplementação de RAC no GPD dos animais ocorreu independente do nível de lisina digestível, pode-se inferir que o menor nível (0,730%) avaliado, correspondendo ao consumo de 24,70 g de lisina digestível, excedeu a exigência dos animais na ração sem RAC. De acordo com o Rostagno et al. (2011) e o NRC (2012) suínos machos castrados dos 70 aos 100 kg exigem no mínimo, respectivamente, 0,718% e 0,670% de lisina digestível correspondente ao consumo diário respectivo de 21,39g e 18,1g.

A melhora na eficiência de utilização do alimento para ganho de peso dos suínos machos castrados e fêmeas devido ao aumento do nível de lisina da ração também foram observados por Almeida et al. (2013), Corassa et al. (2013) e Asmus et al. (2014).

Em contrapartida, Rikard-Bell et al. (2013) não verificaram variação significativa na conversão alimentar (CA) dos suínos quando se aumentou o nível de lisina de 0,56 a 0,65% em rações contendo diferentes concentrações de ractopamina 5 e 20ppm.

Com esses resultados ficou evidenciado que a influência positiva do nível de lisina em ração com ractopamina sobre a CA dos suínos em terminação é dependente de um aporte mínimo de lisina digestível que não foi alcançado no estudo dos últimos autores citados.

A melhora na CA dos animais pode ser atribuída em parte ao provável aumento na deposição de proteína (Moore et al. 2009), ocorrida devido ao efeito da ractopamina em reduzir a degradação da proteína muscular (Cha & Purslow 2012).

Essa alteração no turnover protéico se justificaria pela ação da ractopamina em aumentar a expressão da calpastatina, que é um específico inibidor das proteases calpains que tem reconhecida ação na degradação das fibras musculares (Sneky et al. 2006). Sainz et al. (1993) relacionou o efeito da RAC na hipertrofia muscular dos suínos ao decréscimo na taxa de degradação de proteína devido a redução da expressão da calpaína.

Assim, o efeito da ractopamina em aumentar a retenção de nitrogênio seria a possível justificativa para melhora na eficiência alimentar dos suínos, o que está consistente com Andretta et al. (2011).

Os resultados obtidos da área de olho de lombo (AOL) estão condizentes com Kiefer & Sanches (2009) que realizaram um estudo metanalítico dos níveis de ractopamina em dietas para suínos em terminação, relataram que a AOL nos animais alimentados com rações contendo 0 e 5 ppm também não foi influenciada pelos níveis de lisina da ração.

Segundo relatos de Almeida et al. (2010) o aumento da AOL com a suplementação de RAC pode ser consequência do aumento da síntese proteica no músculo esquelético e redução do catabolismo de aminoácidos.

Não foi alterado a profundidade de lombo (PL) com aumento dos níveis de lisina. Sobrinho et al. (2013) e Almeida et al. (2013) também não verificaram efeito dos níveis de lisina digestível das rações sobre o PL dos suínos machos castrados e fêmeas alimentados com rações contendo ou não ractopamina.

No entanto, as rações contendo ractopamina influenciaram positivamente a PL. Esses resultados evidenciaram a ação da RAC em promover o aumento da síntese muscular, conforme relatado por Ross et al. (2009).

As concentrações de lisina digestível não afetaram a espessura de toucinho (ET) dos animais. Almeida et al. (2013) avaliando níveis lisina digestível em rações com ou sem suplementação de ractopamina, também não observaram diferença significativa na ET dos suínos em terminação.

Esses resultados não confirmam os relatos de Andretta et al. (2012) de que a ET dos suínos alimentados com RAC está negativamente relacionado com o nível de lisina.

O valor de 3,16 mm de redução da ET quando os animais ingeriram ractopamina verificados nesse estudo está em conformidade com relatos de Andretta et al. (2012) que estimaram, por meio de estudos de metanálise, que cada 1 mg de RAC incorporado na ração resulta em redução de 0,30 mm da ET dos suínos em terminação.

Holm et al. (2003) constataram que os β -agonistas aumentam a síntese da proteína perilipina que desempenha um papel importante na ação da lipase hormônio sensível, em consequência, aumenta a lipólise do tecido adiposo. Assim, pode-se inferir que a redução da ET dos animais pode ter sido ocasionada pela ação da perilipina no tecido adiposo ocasionado pela RAC.

Apple et al. (2007) realizaram uma metanálise e constataram melhorias de 0,2 e 0,6 pontos percentuais dos rendimento de carcaça (RC) dos suínos alimentados com 5 e 10 ppm/ kg de ração, respectivamente, quando comparados com os animais que não ingeriram RAC, fato observado no presente trabalho.

O aumento da porcentagem de carne magra pode ser explicado pelo efeito da RAC sobre repartição de nutrientes e redução da deposição do tecido adiposo (Xiong et al., 2006).

Os resultados encontrados do pH₄₅ do longissimus dorsi corroboram com Madeira et al. (2013) que avaliando concentrações de lisina digestível (0,65; 0,56 e 0,40%) sem a suplementação de RAC para duas linhagens diferentes de suínos dos 60 aos 93 kg, também não observaram diferença entre as diferentes concentrações de lisina sobre o pH₄₅ do músculo.

Dalla Costa (2005) relataram que a faixa desejada do pH da carne suína é de 6,00 a 6,50 para o pH inicial e de 5,50 a 5,80 para pH final. Por outro lado, Caldara et al. (2012) avaliando as propriedades físicas e sensoriais da carne suína classificaram em PSE (pálida, mole e exudativa) as carnes com pH₄₅ < 5,8 e normais a com pH₄₅ ≥ 5,8).

No presente trabalho o pH₄₅ ficou ligeiramente abaixo de 5,8, que pode ser decorrente da linhagem genética (Madeira et al., 2013 e Lim et al., 2013), dos níveis elevados de glicogênio no músculo no momento do abate (Traore et al. 2012), da rápida

glicólise do músculo (Ryu et al., 2005) ou do estresse durante pré-abate (Athayde et al. 2012 e Prandini et al., 2013).

Em estudos conduzidos por Paulk et al. (2014) também não observaram alteração do pH_{24h} da carne quando foi suplementado com 10 ppm de RAC na ração. Esses autores concluíram ainda que o aumento do número de fibras tipo II (glicolíticas), decorrentes do possível consumo de RAC, nem sempre está correlacionado com a queda acentuada do pH final da carne devido as concentrações de glicogênio e lactato presentes nesse tipo de fibra muscular.

Costa-Lima et al. (2014) descreveram que a ação dos beta-agonistas ocorre através do aumento do inibidor natural das calpaínas, as calpastatinas, e com isso observa-se uma redução na proteólise intracelular e um aumento do teor protéico que eleva os componentes alcalinos, e que pode resultar num aumento do pH.

A falta de efeito do pH final indica que nossos tratamentos não influenciaram o pH final pos morte do lombo, por conseguinte, isto demonstra que os resultados ainda são bastante inconclusivos na literatura.

Apple et al. (2007) reportaram que os valores da coloração L* acima de um valor de 60 é um indicativo de carne suína PSE, o que não foi observado no presente trabalho.

Segundo relatos de Caldara et al. (2012) há uma dificuldade em classificar a carne suína, ao levar em consideração o fator cor isoladamente. Sendo que, na literatura há uma grande variação quanto aos valores de L* considerados para carne suína normal e PSE.

Os valores de L* e A* não foram modificados pelos tratamentos. De forma semelhante, Madeira et al. (2013) avaliando diferentes concentrações de lisina e energia para diferentes genótipos de suínos, também não verificaram alteração dos valores de L* do lombo.

No entanto, os valores de A* foram modificados com inclusão de ractopamina. James et al. (2013) também observaram diminuição dos valores de A* quando foi adicionado RAC (10 ppm) nas rações dos suínos.

Segundo relatos de Paulk et al. (2014) a redução do valor de A* na carne dos suínos alimentados com RAC pode estar relacionada diretamente as menores quantidades de oximioglobina no músculo, ou indiretamente devido a um efeito de diluição provocada pela hipertrofia da fibra muscular. Além disso, esses mesmos autores observaram mudança das fibras intermediárias (tipo 2A) para fibras brancas

(Tipo 2B), que possuem menor concentração de mioglobina e, portanto, podem estar relacionadas à menor intensidade de A*.

A adição de ractopamina reduziu os valores de B*. Resultados similares foram encontrados por Rocha et al. (2013), que observaram baixos valores de escores da coloração B* quando os animais consumiram RAC.

Segundo Caldara et al. (2014) pode ocorrer uma correlação negativa entre o pH inicial e os índices de L* (-0,331) e B* (-0,528), o que indica que quanto menor o pH aos 45 minutos após o abate, mais pálida e amarela apresenta-se a carne. No presente trabalho, o pH inicial (45 min) pode ter influenciado negativamente a coloração do longissimus dorsi.

Garbossa et al. (2013) avaliando diferentes concentrações de RAC também não observaram diferença na perda de líquido por descongelamento (PLD) da carne dos suínos.

Por outro lado, Rocha et al. (2013) verificaram que a administração de ractopamina aumenta a deposição de carne magra na carcaça, aumentando a perda de água da carne suína.

Madeira et al. (2013) obtiveram respostas similares quanto a perda de líquido por cocção (PLC) da carne em relação aumento dietético de lisina. Esses mesmos autores observaram correlação negativa (-0,45) da PLC sobre a eficiência alimentar de suínos mestiços.

Pode-se sugerir que a adição de RAC na ração não modificou a perda de água, o que é um dos principais critérios de qualidade de carne observados pelos consumidores. Segundo Paulk et al. (2014) o aumento de perda de água durante o cozimento poderia ter um efeito negativo na palatabilidade do consumidor devido à redução da umidade do produto cozido e pela perda dos benefícios associados como o aumento da suculência.

Considerado o valor de 3,2 kgf da força de cisalhamento estabelecido pelo National Pork Producers Council (1999) como valor limite entre a maciez e a dureza, a carne nesse estudo seria classificada como macia.

Um dos fatores que determinam a maciez da carne é a atividade de enzimas proteolíticas pós morte, que incluem calpains, catepsinas, o complexo multicatalítico de protease e também as matrizes metaloproteinases (MMPs) (Geesink e Veiseth 2009).

Embora existam relatos sobre o efeito da ractopamina sobre a atividade de algumas das enzimas proteolíticas tais como as calpains (Xiong et al., 2006 e Strydom et al., 2009) e o efeito potencial da RAC na expressão ou atividade de MMPs (Cha &

Purslow, 2012), a divergência de resultados pode ser influenciada pelo tipo de raça empregada na mestiçagem dos suínos (Lim et al., 2014), dosagem de RAC utilizada no estudo (Xiong, et al., 2006) ou ainda pela duração de RAC empregada (Apple et al. 2007).

Madeira et al. (2013) trabalhando com níveis de lisina digestível (0,64; 0,56 e 0,40%) e duas linhagens comerciais de suínos, indicaram que o aumento da deposição de IMF é devido à restrição de lisina em dietas para suínos. Fato não observado no presente estudo devido ao alto consumo, o que não possibilitou uma restrição desse nutriente.

Segundo Xiong et al. (2006) a atividade proteolítica reduzida corresponde a um menor valor de índice fragmentação miofibrilar, um parâmetro que é indicativo de rompimento das miofibrilas. Esses mesmos autores reportaram que suínos alimentados com RAC provavelmente têm uma maior atividade de calpastatina e uma menor atividade calpaína muscular. Além disso, Rocha et al. (2013) sugeriram que o aumento da quantidade de fibras glicolíticas (IIB) e do maior tamanho da fibra no músculo de suínos alimentados com RAC proporciona menor IMF.

No entanto, de acordo com Fernández-Dueñas, et al. (2008) a diferenças nas concentrações de RAC, a duração ou ambos podem influenciar a resposta da qualidade de carne (maciez). Segundo um estudo recente conduzido por Franco et al. (2014) reportaram que a genética do suíno pode influenciar no IFM e a maciez da carne.

São escassos os trabalhos encontrados na literatura relacionados à avaliação de níveis de lisina digestível com ou sem a suplementação de RAC e a oxidação lipídica da carne suína.

Segundo relatos de Drehmer (2005) a carne suína pode ser considerada de boa qualidade quando os teores de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) estão entre 0,5 a 1,0 mg de MDA/kg, pode-se classificar a carne nesse estudo como normal.

Resultados similares foram obtidos por Amin et al. (2014) Garbossa et al. (2013) e Leick et al. (2010) que reportaram que a suplementação de RAC não altera a quantidade de MDA na carne suína.

Em adição, Traore et al. (2012) concluíram que os valores de TBARS tendem a aumentar quando se aumenta o tempo de armazenamento refrigerado da carne, fato não analisado no presente trabalho.

CONCLUSÃO

Os melhores resultados de desempenho e de características de carcaça de suínos machos castrados em terminação no período de verão foram obtidos com os níveis de 1,030 e 0,730% de lisina digestível, correspondente a um consumo diário estimado de 34,3g e 24,2g, respectivamente, com a suplementação de 10 ppm de RAC ou não na ração. A adição de RAC melhora o desempenho e não interfere na qualidade de carne.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo apoio durante a realização deste trabalho e a Universidade Federal de Viçosa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, V. V., Nuñez, A. J. C., Schinckel, A. P., Andrade, C., Balieiro, J. C. C., Sbardella, M., & Miyada, V. S. (2013). Time-response relationship of ractopamine feeding on growth performance, plasma urea nitrogen concentration, and carcass traits of finishing pigs. **Journal of animal science**, 91(2), 811-818.
- Amin, M., Kiefer, C., Feijó, G. L. D., Gonçalves, L. M. P., Souza, K. M. R. D., & Rodrigues, G. P. (2014). Energy and ractopamine levels in meat pork quality. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, 15(2), 484-492.
- Athayde, N. B., Dalla Costa, O. A., Roça, R. O., Guidoni, A. L., Ludtke, C. B., & Lima, G. J. M. M. (2012). Meat quality of swine supplemented with ractopamine under commercial conditions in Brazil. **Journal of animal science**, 90(12), 4604-4610.
- Anderson, P. T., Helferich, W. G., Parkhill, L. C., Merkel, R. A., & Bergen, W. G. (1990). Ractopamine increases total and myofibrillar protein synthesis in cultured rat myotubes. **The Journal of nutrition**, 120(12), 1677-1683.
- Andretta, I., Lovatto, P. A., Silva, M. K. D., Lehnen, C. R., Lanferdini, E., & Klein, C. C. (2011). Relação da ractopamina com componentes nutricionais e desempenho em suínos: um estudo meta-analítico; Relationship among ractopamine, nutritional variables and performance in pigs: a meta-analytic study. **Ciência rural**, 41(1), 186-191.

- Andretta, I., Lovatto, P. A., Silva, M. K. D., Lehnen, C. R., Lanferdini, E., & Klein, C. C. (2011). Relationship among ractopamine, nutritional variables and performance in pigs: a meta-analytic study. **Ciência Rural**, 41(1), 186-191.
- Apple, J. K., Rincker, P. J., McKeith, F. K., Carr, S. N., Armstrong, T. A., & Matzat, P. D. (2007). Review: Meta-analysis of the ractopamine response in finishing swine. **The Professional Animal Scientist**, 23(3), 179-196.
- Apple, J. K., Maxwell, C. V., Brown, D. C., Friesen, K. G., Musser, R. E., Johnson, Z. B., & Armstrong, T. A. (2004). Effects of dietary lysine and energy density on performance and carcass characteristics of finishing pigs fed ractopamine. **Journal of Animal Science**, 82(11), 3277-3287.
- Asmus, M. (2014, March). **Effect of β -mannanase and Lysine Level During Ractopamine Feeding 35 Days Prior to Marketing on Growth Performance and Carcass Characteristics of Finishing Pigs**. In ADSA-ASAS Midwest Meeting. Asas.
- Bohrer, B. M., Kyle, J. M., Boler, D. D., Rincker, P. J., Ritter, M. J., & Carr, S. N. (2013). Meta-analysis of the effects of ractopamine hydrochloride on carcass cutability and primal yields of finishing pigs. **Journal of animal science**, 91(2), 1015-1023.
- Caldara, F. R., Santos, V. M. O. D., Santiago, J. C., Almeida Paz, I. C. D. L., Garcia, R. G., Vargas Junior, F. M. D., ... & Nääs, I. D. A. (2012). Physical and sensory properties of PSE pork. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, 13(3), 815-824.
- Carr, S. N., Rincker, P. J., Killefer, J., Baker, D. H., Ellis, M., & McKeith, F. K. (2005). Effects of different cereal grains and ractopamine hydrochloride on performance, carcass characteristics, and fat quality in late-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, 83(1), 223-230.
- Cha, M. C., & Purslow, P. P. (2012). Expressions of matrix metalloproteinases and their inhibitor are modified by beta-adrenergic agonist Ractopamine in skeletal fibroblasts and myoblasts. **Canadian Journal of Animal Science**, 92(2), 159-166.
- Corassa, A., Kiefer, C., & Nieto, V. M. O. S. (2013). Levels of digestible lysine in diets with ractopamine for finishing pigs. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, 14(3), 485-489.
- Costa-Lima, B. R., Canto, A. C., Suman, S. P., Conte-Junior, C. A., Silveira, E. T., & Silva, T. J. (2014). Sex-specific effect of ractopamine on quality attributes of pork frankfurters. **Meat science**, 96(2), 799-805.
- Dalla Costa O. A . 2005. Efeitos do manejo pré-abate no bem-estar e na qualidade de carne de suínos. (“**Effects of pre-slaughter handling on welfare and meat quality of swines**”). Ph.D. Diss. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, SP, Brasil.
- Drehmer, A. M. F. (2005). **Quebra de peso das carcaças e estudo da vida de prateleira da carne suína** (Doctoral dissertation, Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia

de Alimentos. Santa Maria: Centro de Ciências Rurais–Universidade Federal de Santa Maria).

- Edmonds, M. S., & Baker, D. H. (2010). Effect of dietary protein and lysine fluctuations in the absence and presence of ractopamine on performance and carcass quality of late-finishing pigs. **Journal of animal science**, 88(2), 604-611.
- Fernández-Dueñas, D. M., Myers, A. J., Scramlin, S. M., Parks, C. W., Carr, S. N., Killefer, J., & McKeith, F. K. (2008). Carcass, meat quality, and sensory characteristics of heavy body weight pigs fed ractopamine hydrochloride (Paylean). **Journal of animal science**, 86(12), 3544-3550.
- Garbossa, C. A. P., Sousa, R. V. D., Cantarelli, V. D. S., Pimenta, M. E. D. S. G., Zangeronimo, M. G., Silveira, H., ... & Cerqueira, L. G. D. S. (2013). Ractopamine levels on performance, carcass characteristics and quality of pig meat. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 42(5), 325-333.
- Hinson, R. B., Allee, G. L., Boler, D. D., Ritter, M. J., Parks, C. W., & Carr, S. N. (2013). The effects of dietary ractopamine on the performance and carcass characteristics of late-finishing market pigs with a previous history of porcine circovirus type 2 associated disease (PCVAD). **The Professional Animal Scientist**, 29(2), 89-97.
- Hinson, R. B., Wiegand, B. R., Ritter, M. J., Allee, G. L., & Carr, S. N. (2011). Impact of dietary energy level and ractopamine on growth performance, carcass characteristics, and meat quality of finishing pigs. **Journal of animal science**, 89(11), 3572-3579.
- James, B. W., Tokach, M. D., Goodband, R. D., Nelssen, J. L., Dritz, S. S., Owen, K. Q., ... & Sulabo, R. C. (2013). Interactive effects of dietary ractopamine HCl and l-carnitine on finishing pigs: I. Growth performance. **Journal of animal science**, 91(7), 3265-3271.
- Kiefer, C., de Moura, M. S., da Silva, E. A., dos Santos, A. P., Silva, C. M., da Luz, M. F., & Nantes, C. L. (2010). Respostas de suínos em terminação mantidos em diferentes ambientes térmicos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, 11(2).
- Kiefer, C., & Sanches, J. F. (2009). Metanálise dos níveis de ractopamina em dietas para suínos em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 38(6), 1037-1044.
- Kutzler, L. W., Peterson, C. M., Ellis, M., Carr, S. N., Ritter, M. J., Armstrong, T. A., ... & Killefer, J. (2010). Ractopamine (Paylean) response in heavy-weight finishing pigs. **The Professional Animal Scientist**, 26(2), 243-249.
- Leick, C. M., Puls, C. L., Ellis, M., Killefer, J., Carr, T. R., Scramlin, S. M., ... & McKeith, F. K. (2010). Effect of distillers dried grains with solubles and ractopamine (Paylean) on quality and shelf-life of fresh pork and bacon. **Journal of animal science**, 88(8), 2751-2766.
- Lim, D. G., Jo, C., Seo, K. S., & Nam, K. C. (2014). Comparison of meat quality of loins and butts in different two-way crossbred pigs. **Livestock Science**, 161, 210-217.

- Lowe, B. K., Gerlemann, G. D., Carr, S. N., Rincker, P. J., Schroeder, A. L., Petry, D. B., ... & Dilger, A. C. (2014). Effects of feeding ractopamine hydrochloride (Paylean) to physical and immunological castrates (Improvast) in a commercial setting on carcass cutting yields and loin quality. **Journal of animal science**, 92(8), 3715-3726.
- Madeira, M. S., Costa, P., Alfaia, C. M., Lopes, P. A., Bessa, R. J. B., Lemos, J. P. C., & Prates, J. A. M. (2013). The increased intramuscular fat promoted by dietary lysine restriction in lean but not in fatty pig genotypes improves pork sensory attributes. **Journal of animal science**, 91(7), 3177-3187.
- Moore, K. L., Dunshea, F. R., Mullan, B. P., Hennessy, D. P., & D'Souza, D. N. (2009). Ractopamine supplementation increases lean deposition in entire and immunocastrated male pigs. **Animal Production Science**, 49(12), 1113-1119.
- National Pork Producers Council. 1991. **Procedures to Evaluate Market Hogs**. 3rd ed. Natl. Pork Prod. Council., Des Moines, IA.
- Paulk, C. B., Tokach, M. D., Nelssen, J. L., Burnett, D. D., Vaughn, M. A., Phelps, K. J., ... & Gonzalez, J. M. (2014). Effect of dietary zinc and ractopamine hydrochloride on pork chop muscle fiber type distribution, tenderness, and color characteristics. **Journal of animal science**, 92(5), 2325-2335.
- Patience, J. F., Shand, P., Pietrasik, Z., Merrill, J., Vessie, G., Ross, K. A., & Beaulieu, A. D. (2009). The effect of ractopamine supplementation at 5 ppm of swine finishing diets on growth performance, carcass composition and ultimate pork quality. **Canadian journal of animal science**, 89(1), 53-66.
- Pérez, A., Obispo, N. E., Palma, J., & Chicco, C. F. (2005). Efectos de la ractopamina y el nivel de lisina sobre la respuesta productiva de cerdos magros en la fase de engorde. **Zootecnia Tropical**, 23(4), 429-445.
- Pompeu, D., Wiegand, B. R., Evans, H. L., Rickard, J. W., Gerlemann, G. D., Hinson, R. B., ... & Allee, G. L. (2013). Effect of corn dried distillers grains with solubles, conjugated linoleic acid, and ractopamine (Paylean) on growth performance and fat characteristics of late finishing pigs. **Journal of animal science**, 91(2), 793-803.
- Prandini, A. L. D. O., Sigolo, S., Morlacchini, M., Grilli, E., & Fiorentini, L. (2013). Microencapsulated lysine and low-protein diets: Effects on performance, carcass characteristics and nitrogen excretion in heavy growing-finishing pigs. **Journal of animal science**, 91(9), 4226-4234.
- Rikard-Bell, C. V., Pluske, J. R., Van Barneveld, R. J., Mullan, B. P., Edwards, A. C., Gannon, N. J., ... & Dunshea, F. R. (2013). Current recommended levels of dietary lysine in finisher pig diets are sufficient to maximise the response to ractopamine over 28 days but are insufficient in the first 7 days. **Animal Production Science**, 53(1), 38-45.
- Rikard-Bell, C. V., Pluske, J. R., van Barneveld, R. J., Mullan, B. P., Edwards, A. C., Gannon, N. J., ... & Dunshea, F. R. (2013). Dietary ractopamine promotes growth, feed efficiency and carcass responses over a wide range of available lysine levels in finisher boars and gilts. **Animal Production Science**, 53(1), 8-17.

- Rickard, J. W., Wiegand, B. R., Pompeu, D., Hinson, R. B., Gerlemann, G. D., Disselhorst, R., ... & Allee, G. L. (2012). The effect of corn distiller's dried grains with solubles, ractopamine, and conjugated linoleic acid on the carcass performance, meat quality, and shelf-life characteristics of fresh pork following three different storage methods. **Meat science**, 90(3), 643-652.
- Rocha, L. M., Bridi, A. M., Foury, A., Mormede, P., Weschenfelder, A. V., Devillers, N., ... & Faucitano, L. (2013). Effects of ractopamine administration and castration method on the response to preslaughter stress and carcass and meat quality in pigs of two Pietrain genotypes. **Journal of animal science**, 91(8), 3965-3977.
- Ross, K. A., Beaulieu, A. D., Merrill, J., Vessie, G., & Patience, J. F. (2011). The impact of ractopamine hydrochloride on growth and metabolism, with special consideration of its role on nitrogen balance and water utilization in pork production. **Journal of animal science**, 89(7), 2243-2256.
- Rostagno, H. S., Albino, L. F. T., Donzele, J. L., Gomes, P. C., Oliveira, R. D., Lopes, D. C., ... & Euclides, R. F. (2011). **Composição de alimentos e exigências nutricionais. Tabelas brasileiras para aves e suínos**, 3.
- Sampaio, C. A. D. P., Cristani, J., Dubiela, J. A., Boff, C. E., & Oliveira, M. A. D. (2004). Avaliação do ambiente térmico em instalação para crescimento e terminação de suínos utilizando os índices de conforto térmico nas condições tropicais. **Ciência rural**, 34(3), 785-790.
- Schinckel, A. P., Li, N., Richert, B. T., Preckel, P. V., & Einstein, M. E. (2003). Development of a model to describe the compositional growth and dietary lysine requirements of pigs fed ractopamine. **Journal of Animal Science**, 81(5), 1106-1119.
- Schinckel, A. P., Richert, B. T., Herr, C. T., Einstein, M. E., & Kendall, D. C. (2001). **Efeitos da ractopamina sobre o crescimento, a composição da carcaça ea qualidade dos suínos**. In CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA (Vol. 2, pp. 324-335). Concórdia: Embrapa Suínos e Aves.
- Shappell, N. W., Feil, V. J., Smith, D. J., Larsen, G. L., & McFarland, D. C. (2000). Response of C2C12 mouse and turkey skeletal muscle cells to the beta-adrenergic agonist ractopamine. **Journal of animal science**, 78(3), 699-708.
- Sobrinho, D. C. D. S., de Oliveira Júnior, G. M., Roner, M. N. B., Ferreira, A. S., de Oliveira, A. G., dos Santos, W. G., ... & da Silva Moraes, J. A. (2013). Lisina digestível para suínos machos castrados submetidos a estresse por calor dos 95 aos 115 kg. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, 14(3).
- Traore, S., Aubry, L., Gatellier, P., Przybylski, W., Jaworska, D., Kajak-Siemaszko, K., & Santé-Lhoutellier, V. (2012). Higher drip loss is associated with protein oxidation. **Meat science**, 90(4), 917-924.

- Xiao, R. J., Xu, Z. R., & Chen, H. L. (1999). Effects of ractopamine at different dietary protein levels on growth performance and carcass characteristics in finishing pigs. **Animal Feed Science and Technology**, 79(1), 119-127.
- Xiong, Y. L., Gower, M. J., Li, C., Elmore, C. A., Cromwell, G. L., & Lindemann, M. D. (2006). Effect of dietary ractopamine on tenderness and postmortem protein degradation of pork muscle. **Meat Science**, 73(4), 600-604.
- Wang, X. Q., Zeng, P. L., Feng, Y., Zhang, C. M., Yang, J. P., Shu, G., & Jiang, Q. Y. (2012). Effects of dietary lysine levels on apparent nutrient digestibility and cationic amino acid transporter mRNA abundance in the small intestine of finishing pigs, *Sus scrofa*. **Animal Science Journal**, 83(2), 148-155.
- Webster, M.J.; Goodband, R.D.; Tokach, M.D.; Nelssen, J.L., Dritz, S.S.; Unruh, J.A et al. Interactive Effects Between Ractopamine Hydrochloride and Dietary Lysine on Finishing Pig Growth Performance, Carcass Characteristics, Pork Quality, and Tissue Accretion. **The Professional Animal Scientist**, v.23, p.597-611, 2007.

Lisina digestível e ractopamina em rações para suínos machos castrados em terminação no período de verão

Resumo – Objetivando-se estudar níveis de lisina digestível em rações suplementadas ou não com ractopamina para suínos em terminação no período de verão. Foram utilizados 128 suínos híbridos comerciais selecionados para deposição de carne, machos castrados, com peso médio de $81,2 \pm 3,3$ kg, distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, em arranjo fatorial 4 x 2 - quatro níveis de lisina digestível (0,736; 0,836; 0,937 e 1,038%) e dois níveis de ractopamina (0 e 10ppm) – com oito repetições e dois animais por unidade experimental. Foi observada interação entre os níveis de lisina e de ractopamina sobre espessura de toucinho dos suínos. Houve efeito dos níveis de lisina com ou sem adição de ractopamina sobre: conversão alimentar, consumo diário de lisina, espessura de toucinho, área de olho de lombo, profundidade de lombo, perda de líquido por cocção e a quantidade de carne magra dos suínos. As concentrações de lisina quando suplementadas com ractopamina afetaram a perda de líquido por cocção do longissimus dorsi dos suínos. A suplementação com ractopamina na ração melhorou o peso final, o ganho de peso diário, a conversão alimentar, a espessura de toucinho, a área de olho de lombo, a porcentagem de carne magra, a profundidade de lombo e a perda de líquido por cocção do músculo longissimus dorsis dos animais. Conclui-se que rações com 10ppm de ractopamina melhoram o desempenho de suínos em terminação, e que o nível de lisina digestível com 10ppm de ractopamina na fase de terminação no verão é de 1,038% correspondente a 29,3g de consumo por dia, enquanto que em rações sem ractopamina é de 0,945% correspondente a 28,4g de consumo por dia.

Palavras-chave: aditivo, aminoácido limitante, qualidade de carne, desempenho, beta-agonista adrenérgico

Lysine and ractopamine in diets for finishing barrows in the summer period

Abstract - Is aiming to study lysine levels in diets supplemented or not with ractopamine for finishing pigs in the summer period. Selected 128 commercial hybrid pigs were used for meat deposition, castrated males, with average weight of 81.2 ± 3.3 kg were assigned to experimental design of randomized blocks in a factorial 4×2 - Four lysine levels (0.736; 0.836; 0.937 and 1.038%) and two ractopamine levels (0 and 10 ppm) - with eight replications and two animals each. There was an interaction between lysine levels and of ractopamine on backfat thickness of pigs. There was effect of lysine levels with or without addition of ractopamine on: feed conversion, daily lysine intake, fat thickness, rib eye area, loin depth, fluid loss by cooking and the amount of lean meat of pigs. The lysine concentrations when supplemented with ractopamine affected the net loss by cooking the longissimus dorsi of pigs. Supplementation with ractopamine in the diet improved the final weight, average daily gain, the conversão alimentar, fat thickness, rib eye area, the percentage of lean meat, profundidade loin and fluid loss by cooking the longissimus dorsidos animals. It was concluded that diets with 10ppm of ractopamine improve the performance of finishing pigs, and that the level of digestible lysine with 10ppm of ractopamine in the finishing phase in summer is 1.038%, corresponding to 29,3g consumption per day, while in diets without ractopamine is equivalent to 0.945% 28,4g consumption per day.

Keywords: additive, limiting amino acid, meat quality, performance, beta-adrenergic agonist

INTRODUÇÃO

A lisina dietética é o nutriente que mais influência na deposição de proteína dos suínos em terminação, em virtude de sua constância na proteína corporal e de sua destinação metabólica preferencial para a deposição de tecido muscular (Kessler, 1998). Além disso, a lisina é o primeiro aminoácido limitante em rações à base de milho e farelo de soja para suínos (Kim et al., 2001).

Os suínos nesta fase à medida que se eleva o peso ocorre aumento do teor de gordura na carcaça e piora na eficiência alimentar. Assim, a ractopamina é um aditivo beta agonista adrenérgico utilizado em rações de suínos em terminação com a finalidade de aumentar a deposição de carne magra e ainda melhorar os índices zootécnicos de suínos em terminação (Costa-Lima, et al., 2014).

A resposta da ractopamina nos suínos pode ser influenciada, entre outros fatores, pela classe sexual, dosagem, duração de fornecimento da ractopamina e pelo nível de nutrientes e pelo nível de energia na ração.

Assim, a utilização de ractopamina pode ser mais eficiente com aumento da ingestão de lisina, uma vez que a retenção dos aminoácidos essenciais proporciona uma maior retenção de nitrogênio nos músculos (Apple, et al., 2007).

Portanto, de acordo com a literatura consultada, os níveis de lisina com a suplementação de ractopamina variam de: 0,87% lisina digestível (Marinho et al., 2007; Pereira, et al., 2008), 1,0% lisina digestível (Kiefer & Sanches, 2009), 1,04% lisina digestível (Corassa, et al., 2013); 1,11% lisina total (Rikard-Bell et al., 2013) e 1,15% lisina total (Perez et al., 2005).

Essa variação também pode ser influenciada por diversos fatores como o ambiente térmico (Sobrinho et al., 2013), genéticos dos suínos (Friesen et al., 1994) e o nível de proteína utilizado na ração (Ball et al., 2013).

O experimento foi realizado com o objetivo de avaliar a lisina digestível e ractopamina para suínos machos castrados em terminação no período de verão.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Granja de Suínos da Fazenda Experimental Vale do Piranga da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), localizada no município de Oratórios – MG, nos meses de setembro, outubro e novembro de 2012.

O experimento foi realizado com autorização do Comitê de Ética do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (processo nº36/ 2012) e os cuidados e uso dos suínos foram realizados de acordo com as normas para uso de animais em experimentos (Anexo 1).

Foram utilizados 128 suínos híbridos comerciais selecionados para deposição de carne, machos castrados, com peso inicial de $81,2 \pm 3,3$ kg. Os animais foram distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, em arranjo fatorial 4×2 , sendo quatro níveis de lisina digestível (0,736; 0,836; 0,937 e 1,038%) e dois níveis de ractopamina (0 e 10 ppm), com oito repetições e dois animais por unidade experimental. A unidade experimental foi constituída pela baia e na formação de blocos foi considerado como critério o peso inicial dos animais. O período experimental teve a duração de 28 dias.

Os tratamentos foram constituídos de uma ração basal suplementada com L-lisina HCl e ractopamina (0 e 10 ppm) em substituição ao amido. As rações experimentais foram formuladas à base de milho e farelo de soja e suplementadas com minerais, vitaminas e aminoácidos industriais para atender às exigências dessa categoria animal, de acordo com Rostagno et al. (2011) exceto para a lisina digestível.

Em todas as rações foram verificadas as relações entre os aminoácidos essenciais com a lisina digestível a fim de assegurar que nenhum aminoácido se tornasse limitante. Na avaliação das relações aminoacídicas foram utilizadas aquelas preconizadas por Rostagno et al. (2011) na proteína ideal para animais em terminação.

As análises químicas das rações foram executadas de acordo com Silva e Queiroz (2002) no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV. As análises de aminoácidos totais das rações (basais) foram realizadas no Laboratório da EVONIK DEGUSSA do Brasil e, em seguida, foram convertidos em aminoácidos digestíveis utilizando-se os coeficientes de digestibilidade preconizados por Rostagno et al. (2011).

As rações e a água foram fornecidas à vontade aos animais.

Os animais foram alojados em baias com piso de concreto e paredes de alvenaria, com cobertura de telhas de amianto, dotados de comedouros semi-automáticos e bebedouros tipo chupeta, com área de 1,87 m²/animal.

As temperaturas ambientais no interior do galpão foram verificadas diariamente às 7:00h por meio de termômetros de máxima e mínima e às 7:00; 12:00 e 17:00h por meio de termômetros de globo negro. A umidade relativa do ar foi verificada às 7:00; 12:00 e 17:00h por meio de termômetros de bulbo seco e úmido (7, 12 e 17 h), ambos mantidos em uma baia vazia no centro do galpão a meia altura do corpo dos animais. Os valores registrados foram convertidos no índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) de acordo com Buffington et al. (1981), para caracterização do ambiente térmico ao quais os animais foram submetidos.

Ao final do período experimental, após a pesagem, os animais foram submetidos a um jejum alimentar de 15 horas. Após o jejum, os animais foram novamente pesados foram insensibilizados pelo método de eletronarose e, posteriormente, sangrados, escaldados e eviscerados, seguindo-se as normas da COBEA para abate humanitário.

As carcaças foram avaliadas individualmente com o auxílio de pistola tipificadora introduzida na altura da 3ª vértebra dorsal, transpassando o toucinho e o músculo Longissimus dorsi, conforme procedimentos adotados pelo frigorífico para tipificação de carcaças e foram obtidos os resultados de espessura de toucinho (ET), profundidade de lombo (PL), bem como a porcentagem (PCM) e quantidade de carne magra (QCM) na carcaça. Além disso, foi determinado o rendimento de carcaça (RC) por meio da relação entre o peso da carcaça quente e o peso dos animais em jejum.

Após a tipificação, as carcaças foram conduzidas para a câmara fria onde foram armazenadas e resfriadas a 5°C por 18h. Posteriormente, as meias-carcaças direitas de cada animal, foram seccionadas entre a 10° e 11° costela, para avaliação da área de lombo (AOL). Para mensurar a AOL, colocou-se sobre a superfície do longissimus dorsi uma película transparente, de plástico, na qual desenhou o contorno do músculo com caneta própria. Após obter o contorno, foi tirada uma cópia da película transparente, em papel com área e peso conhecido. Recortou-se o contorno que estava no referido papel e foi pesado cada parte em balança de precisão para obter a área da seção transversal do músculo, sendo AOL= (Peso da amostra X área do papel/peso do papel) conforme a metodologia de Bridi et al. (2006).

Tabela 1 – Composição percentual e calculada das rações experimentais.

Ingredientes	Níveis de lisina digestível (%)/ ractopamina (ppm)							
	0				10			
	Níveis de lisina digestível (%)							
	0,736	0,836	0,937	1,038	0,736	0,836	0,937	1,038
Milho	73,545	73,545	73,545	73,545	73,545	73,545	73,545	73,545
Farelo de soja	23,350	23,350	23,350	23,350	23,350	23,350	23,350	23,350
Sal comum	0,355	0,355	0,355	0,355	0,355	0,355	0,355	0,355
Fosfato bicálcio	1,080	1,080	1,080	1,080	1,080	1,080	1,080	1,080
Calcário	0,410	0,410	0,410	0,410	0,410	0,410	0,410	0,410
Ractop⁴	0,000	0,000	0,000	0,000	0,050	0,050	0,050	0,050
L-lisina HCl	0,000	0,129	0,258	0,387	0,000	0,129	0,258	0,387
DL-metionina	0,000	0,010	0,073	0,136	0,000	0,010	0,073	0,136
L-treonina	0,000	0,000	0,078	0,152	0,000-	0,000	0,078	0,152
L-triptofano	0,000	0,000	0,005	0,026	0,000	0,000	0,005	0,026
L-valina	0,000	0,000	0,000	0,009	0,000	0,000	0,000	0,009
Amido	0,910	0,771	0,496	0,200	0,860	0,721	0,446	0,150
Mistura mineral ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Mistura vitamínica ²	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Antibiótico ³	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição nutricional calculada ⁵ e determinada ⁶								
EM (kcal/kg) ⁵	3220	3220	3220	3220	3220	3220	3220	3220
Proteína bruta (%)	16,66	16,79	16,97	17,25	16,66	16,79	16,97	17,25
Lisina digest. (%)⁶	0,736	0,836	0,937	1,038	0,736	0,836	0,937	1,038
Met+Cis Digest.(%) ⁶	0,497	0,507	0,569	0,630	0,497	0,507	0,569	0,630
Treo.digest. (%) ⁶	0,538	0,538	0,614	0,687	0,538	0,538	0,614	0,687
Tript.digest.(%) ⁶	0,167	0,167	0,171	0,192	0,167	0,167	0,171	0,192
Val. digest. (%) ⁶	0,694	0,694	0,694	0,703	0,694	0,694	0,694	0,703
Sódio (%) ⁵	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160
Cálcio (%) ⁵	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Fósforo dispon. (%) ⁵	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
Ractopamina(ppm)⁵	0	0	0	0	10	10	10	10

¹Conteúdo por quilo de ração: 50mg de ferro; 10mg de cobre; 25mgde manganês; 70 mgde zinco; 0,3mg de cobalto; 0,8mg de iodo.

²Conteúdo por quilo de ração: 4.200 UI de vitamina A; 900 UI de vitamina D3; 30mg de vitamina E; 1,9mg de vitamina K ; 0,012 mg de vitamina B12; 2,7mg de vitamina B2; 0,24mg de selênio; 0,06mg de biotina; 10mg de ácido pantotênico; 18mg de niacina; 250mg de colina; 0,7mg de vitamina B1; 1,4mg de vitamina B6 e 0,25mg de ácido fólico.

³Princípio ativo: enramicina 8%.

⁴Cloridrato de ractopamina 20%.

⁵Composição calculada, segundo Rostagno (2011)

⁶Valores de aminoácidos totais analisados pela EVONIK DEGUSSA, e em seguida convertidos em aminoácidos digestíveis utilizando-se os coeficientes de digestibilidade preconizados por Rostagno et al. (2011).

Em seguida, foi retirada uma amostra de aproximadamente 20 cm do músculo Longissimus dorsi de cada unidade experimental com peso mais próximo da média do tratamento. As amostras depois de identificadas e embaladas em sacos plásticos de polietileno foram acondicionadas em caixas térmicas com gelo e transportadas até o Laboratório de Ciência da Carne do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

No laboratório, o músculo foi seccionado em cortes transversais, de 2,54 cm de espessura e estas amostras foram armazenadas a -20°C para posteriores análises.

A coloração do músculo Longissimusdorsi foi avaliada pelo sistema CIELAB, avaliando os parâmetros L* (luminosidade), a* (índice de vermelho) e b* (índice de amarelo) e pela determinação do índice de saturação (C*), foi calculado segundo a equação $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$.

As análises de perda de líquido ao descongelamento e na cocção foram determinadas da seguinte maneira: as amostras congeladas foram pesadas e novamente embaladas em sacos de polietileno, identificadas e armazenadas câmara fria por 24 h a 4°C para descongelamento. Após 24 h, as amostras foram enxugadas levemente com papel toalha e novamente pesadas.

O cálculo da perda líquida no descongelamento foi realizado de acordo com a fórmula a seguir:

$$PLD (\%) = \frac{(\text{Peso da amostra congelada} - \text{Peso da amostra descongelada}) \times 100}{\text{Peso da amostra congelada}}$$

As amostras foram então assadas em forno convencional até que a temperatura interna da carne atingisse 71°C. A seguir, foram retiradas do forno e resfriadas em temperatura ambiente, quando foram novamente pesadas (Bridi et al., 2006). A seguir,

foram embalados, identificados e deixados por mais 24 horas na geladeira, sendo pesados novamente após este período.

Para cálculo da perda líquida por cocção foi utilizada a formula a seguir:

$$PLC (\%) = \frac{(\text{Peso da amostra descongelada} - \text{Peso da amostra assada})}{\text{Peso da amostra descongelada}} \times 100$$

Peso da amostra descongelada

A porcentagem de perdas totais foi obtida através da relação entre o bife congelado e o bife assado.

A força de cisalhamento (FC) foi determinada segundo metodologia descrita por AMSA (1995). As amostras provenientes da determinação das perdas por cocção foram cortadas em cilindros de 1,27 cm de diâmetro com o auxílio de um cortador cilíndrico, orientado paralelamente ao eixo das fibras. Foram removidos 6 cilindros (sub-amostras) aleatoriamente de cada amostra. As amostras cilíndricas foram cisalhadas perpendicularmente à orientação das fibras musculares, utilizando-se lâmina de corte em 'V', com angulação de 60°, espessura de 1,016 mm e velocidade fixa de 20 cm/min, acoplada a aparelho Warner-Bratzler. A força necessária para cisalhar as amostras foi obtida em kgf.

A determinação do índice de fragmentação miofibrilar (IFM) foi realizada conforme metodologia descrita por Culler et al. (1978). Foram utilizados quatro gramas do músculo Longissimusdorsi, livres de gordura e de tecido conectivo. As amostras foram homogeneizadas em Ultra – Turrax com haste de cisalhamento (Marconi – MA 102/E) a 18000rpm em 40 mL de Tampão de Índice de Fragmentação Miofibrilar (TMFI) a 2°C (100 mM KCL, 20 mM de fosfato potássio pH 7,0, 1 mM MgCl₂ e 1 mM NaN₃, pH 7,0), duas vezes, durante 30 segundos por vez.

Após a homogeneização as amostras foram centrifugadas a 1000 g por 15 minutos a 2°C e o sobrenadante foi descartado. O pellet obtido foi suspenso em 20 mL de TMFI a 2°C e homogeneizado com bastão de vidro, e novamente centrifugado em uma amostra de 1000 g por 15 minutos à 2°C e o sobrenadante foi, mais uma vez, descartado.

O pellet resultante foi então ressuspenso em 10 mL de TMFI a 2°C e submetido ao vórtex até a amostra tornar-se bastante homogênea para ser filtrada em peneira de polietileno com malha de 1mm. Foi feita a quantificação de proteínas miofibrilares totais pelo método do Macro Biureto (Gornall et al., 1949). Para determinação de IFM, as amostras foram preparadas com o TMFI para um volume final de 8,0 mL e concentração de proteína foi de 0,5 mg/mL.

As amostras foram então submetidas à leitura em absorvância no comprimento de onda de 540 nm. O valor de IFM foi obtido pelo seguinte cálculo:

$$\text{IFM} = \text{Absorvância} \times 200^*$$

* Fator de escala para converter os valores de absorvância conforme sugerido por Culler et al. (1978).

A curva padrão e o preparo das amostras foram realizados utilizando-se o método de extração ácido aquosa, conforme descrito por Kang et al. (2001). Para a determinação da curva foi preparada uma solução 0,0001 M do padrão 1,1,3,3-tetrametoxipropano (TMP) em ácido perclórico 3,86%.

Dessa solução foram retiradas alíquotas, que foram transferidas para balões volumétricos de 10 mL sendo, em seguida, o volume completado com ácido perclórico 3,86%. De cada balão, 2 mL foram transferidos para tubos de ensaio com tampa. Posteriormente foi adicionado 2 mL da solução aquosa 20 mM de ácido 2-tiobarbitúrico (TBA), os tubos foram fechados, agitados e aquecidos em banho-maria fervente por 30 minutos.

Após o resfriamento até temperatura ambiente, foi lida a densidade ótica em espectrofotômetro a 532 nm. Com as leituras de absorvâncias obtidas, foi então traçada uma curva de calibração para o cálculo dos níveis de substâncias que reagem ao TBA (TBARS) nas amostras. O preparo da amostra e determinação da oxidação lipídica foi conduzido da seguinte forma: em um tubo de ensaio médio, foram pesados aproximadamente 3 g da carne, foi feita a adição de 18 mL de ácido perclórico 3,86%, e em seguida o tubo com esse conteúdo foi levado em um agitador tipo Vórtex por 15 segundos a alta velocidade.

O homogeneizado foi filtrado em papel de filtro Whatman nº1. Posteriormente, 2 mL do filtrado foram colocados em tubos de ensaio pequenos com rosca, por duplicata, acrescidos de 2 mL de solução aquosa 20 mM de TBA. Os tubos foram aquecidos em banho-maria fervente por 30 minutos. Após o resfriamento até temperatura ambiente, a densidade ótica foi lida em espectrofotômetro a 532 nm. A quantidade de TBARS da amostra foi expressa em mg de malonaldeído por kg de carne.

A baía foi considerada a unidade experimental para análise das variáveis de desempenho (CRD, GPD, CA e CLD) e das características de carcaça (PL, AOL, ET, PCQ, RC, PCF, PCM, RCM, RP e RDC). Apenas um animal de cada repetição com peso mais próximo da média de cada tratamento, foi considerado como unidade

experimental para as análises estatísticas de qualidade da carne (PLD, PLC, IFM, FC, cor e Tbars). Na análise da cor foram utilizadas as médias dos valores das sub-amostras.

O modelo estatístico utilizado foi: $Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + e_{ijk}$. Em que, μ = média geral; α = efeito dos níveis de lisina; β = efeito de ractopamina; $\alpha\beta$ = efeito da interação de níveis de lisina e ractopamina, e = erro aleatório.

Os parâmetros obtidos foram submetidos à análise de variância pelo procedimento do modelo linear geral (GLM), do programa estatístico SAS (2001). Os efeitos incluídos no modelo foram: nível de lisina digestível, nível de ractopamina e a interação entre esses níveis (lisina e ractopamina). A interação foi desdobrada, ou não, de acordo com a significância e o efeito dos níveis de lisina foi avaliado por análise de regressão linear e/ou quadrática, em função do melhor ajuste do modelo às variáveis. As eventuais diferenças entre as médias para o fator ractopamina foram comparadas pelo teste F. Valores de probabilidade menores que 0,05 foram considerados significativos.

RESULTADOS

Durante o período experimental as temperaturas máxima, mínima e a do ar no interior do galpão experimental mantiveram-se em $29,7 \pm 2,7$; $17,1 \pm 3,0$ e $28,3 \pm 2,5^\circ\text{C}$, respectivamente. A umidade relativa e o índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) calculados no período foram de $61,7 \pm 9,4\%$ e $77,8 \pm 2,9$, respectivamente.

Não houve efeito de interação ($P>0,05$) entre os níveis de lisina digestível e de ractopamina para nenhum dos parâmetros de desempenho, características de carcaça e de qualidade de carne avaliados nos animais, com exceção para espessura de toucinho (ET).

Tabela 3 – Desempenho de suínos em terminação alimentados com rações contendo diferentes níveis de lisina digestível (Lis) com ou sem a suplementação com ractopamina (Rac), aos 28 dias de experimento.

Níveis de lisina digestível (%)				Níveis de RAC (ppm)	Médias	P-valor			CV (%)
0,736	0,836	0,937	1,038			Lis	Rac	Lis X Rac	
<u>Peso inicial (kg)</u>				0	81,04	0,9545	0,3912	0,9998	0,43
81,12	81,07	81,05	81,07	10	81,12				
<u>Peso final (kg)³</u>				0	109,33A	0,7832	0,0250***	0,9990	2,30
110,05	110,49	110,86	110,94	10	111,84B				
<u>Consumo de ração diário (kg)</u>				0	3,037	0,0550	0,7841	0,9292	7,98
3,097	2,964	2,936	2,919	10	2,921				
<u>Consumo de lisina diário (g)¹</u>				0	26,85	0,0001*	0,9983	0,8664	7,88
23,22	25,19	27,89	30,65	10	25,81				
<u>Ganho de peso diário (kg)³</u>				0	1,011	0,7404	0,0311***	0,9923	8,53
1,033	1,051	1,065	1,067	10	1,097				
<u>Conversão alimentar (kg/kg)²¹³</u>				0	2,99B	0,0374**	0,0001***	0,6503	4,27
3,14	2,97	2,9	2,95	10	2,67A				
2,82	2,68	2,62	2,55	10	2,67A	0,0060*			6,17

*Efeito linear ($P<0,05$) **Efeito Quadrático ($P<0,05$) ***Letras diferentes diferem ($P<0,05$) pelo teste de Fisher-Snedecor.

Os níveis de lisina digestível não influenciaram ($P>0,05$) o peso final (PF) dos animais. No entanto, a adição de ractopamina na ração melhorou ($P= 0,0250$) 2,29% o PF dos suínos em comparação aos que não consumiram.

As concentrações de lisina e de ractopamina não modificaram ($P>0,05$) o consumo de ração diário (CRD) dos animais.

Foi observado efeito ($P=0,0001$) linear ascendente dos níveis de lisina digestível sobre o consumo de lisina diário (CLD) dos animais, segundo a equação: $\hat{Y} = 24,821X + 4,728$; $r^2=0,99$. A inclusão de ractopamina na ração não modificou ($P>0,05$) a ingestão de lisina dos animais.

Não houve efeito ($P>0,05$) dos níveis de lisina sob o ganho de peso diário (GPD) dos suínos. Entretanto, o crescimento dos animais foi modificado ($P=0,0311$) pela inclusão de ractopamina, sendo que a melhora foi cerca de 8,51% em relação aos que não ingeriram.

Embora não tenha sido observado efeito ($P>0,05$) de interação entre os níveis de lisina e de ractopamina, foi verificada resposta divergente sobre a conversão alimentar (CA) em relação à suplementação ou não de ractopamina.

Os níveis de lisina digestível sem a suplementação de ractopamina influenciou positivamente ($P=0,0374$) a CA de forma quadrática até o nível estimado de 0,945% pela equação: $\hat{Y} = 5,448 X^2 - 10,300 X + 7,771$; $r^2=0,99$ (Figura 1).

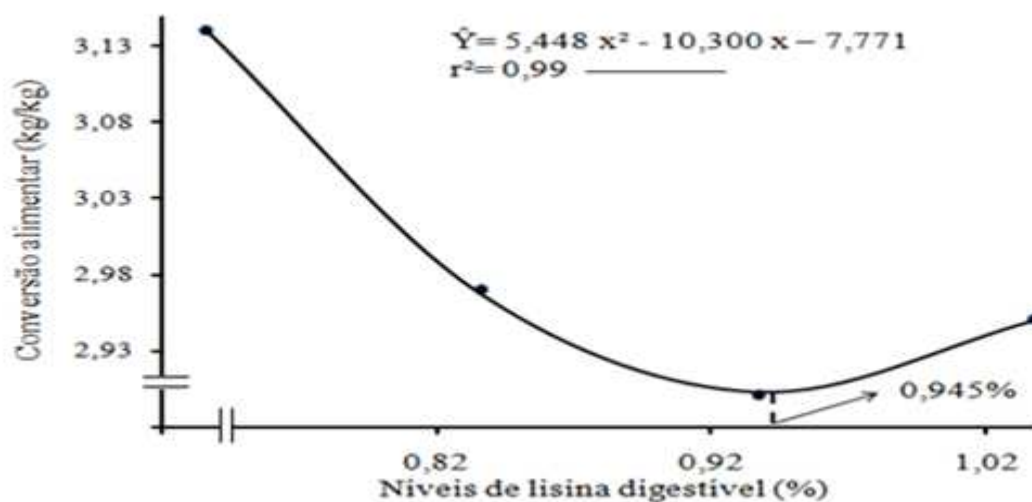


Figura 1 – Conversão alimentar de suínos em terminação com rações contendo diferentes níveis de lisina digestível sem ractopamina, aos 28 dias de experimento.

Por outro lado, o aumento dos níveis de lisina com a inclusão de ractopamina melhorou (P=0,0007) a CA de forma linear com a seguinte equação: $\hat{Y} = - 0,864 X + 3,433$; $r^2=0,96$.

A adição de ractopamina nas rações dos suínos melhorou (P=0,0001) cerca de 11% a CA dos suínos.

Apesar de não ter verificado efeito (P>0,05) de interação entre os níveis de lisina e de ractopamina, foram verificadas respostas diferentes sobre os parâmetros de área de olho de lombo (AOL) e profundidade de lombo (PL) em relação à inclusão ou não de ractopamina.

Tabela 4 – Características de carcaça de suínos em terminação alimentados com rações contendo diferentes níveis de lisina digestível (Lis) com ou sem a suplementação com ractopamina (Rac), aos 28 dias de experimento.

Níveis de lisina digestível (%)				Níveis de RAC (ppm)	Médias	P-valor			CV (%)
0,736	0,836	0,937	1,038			Lis	Rac	Lis X Rac	
<u>Área de olho de lombo (cm²)²¹³</u>									
35,64	38,46	42,49	40,98	0	39,39A	0,0173**			6,88
42,50	44,45	45,14	45,87	10	44,49B	0,0074*	0,0001***	0,0573	5,90
<u>Profundidade de lombo (mm)¹¹³</u>									
46,65	49,18	52,45	52,34	0	50,15A	0,0126*			4,30
53,30	54,90	55,07	55,6	10	54,72B	0,0258*	0,0001***	0,4666	3,76
<u>Espessura de toucinho (mm)¹¹³</u>									
16,80	16,61	15,32	15,00	0	15,93B	0,0032*			9,21
14,81	13,99	13,75	13,46	10	14,00A	0,0491*	0,0010***	0,0001	10,48
<u>Rendimento de carcaça (%)</u>									
74,10	75,06	75,26	76,44	0	74,70				
				10	75,42	0,4449	0,3173	0,9532	4,27
<u>Quantidade de carne magra (kg)¹³</u>									
44,48	44,86	45,18	46,51	0	44,74A				
				10	45,98B	0,0328*	0,0165	0,9806	6,12
<u>A porcentagem de carne magra (%)³</u>									
56,50	56,72	56,84	57,18	0	56,22A				
				10	57,24B	0,6866	0,0252	0,9931	3,97

*Efeito linear (P<0,05) **Efeito Quadrático (P<0,05) ***Letras diferentes diferem (P<0,05) pelo teste de Fisher-Snedecor.

As concentrações de lisina digestíveis suplementados ou não com RAC nas rações modificaram (P<0,0070) a AOL de forma linear ascendente segundo a equação:

$\hat{Y} = 10,717 X + 34,986$; $r^2=0,93$ e de forma quadrática ($P=0,0170$) a AOL até o nível estimado de: 0,979% segundo a equação: $Y = -107,650x^2 + 210,877x - 61,59$; $r^2=0,92$ (Figura 2), respectivamente. Os níveis de 0,979% e 1,038% de lisina digestível sem e com a suplementação, respectivamente, proporcionaram os melhores resultados para AOL.

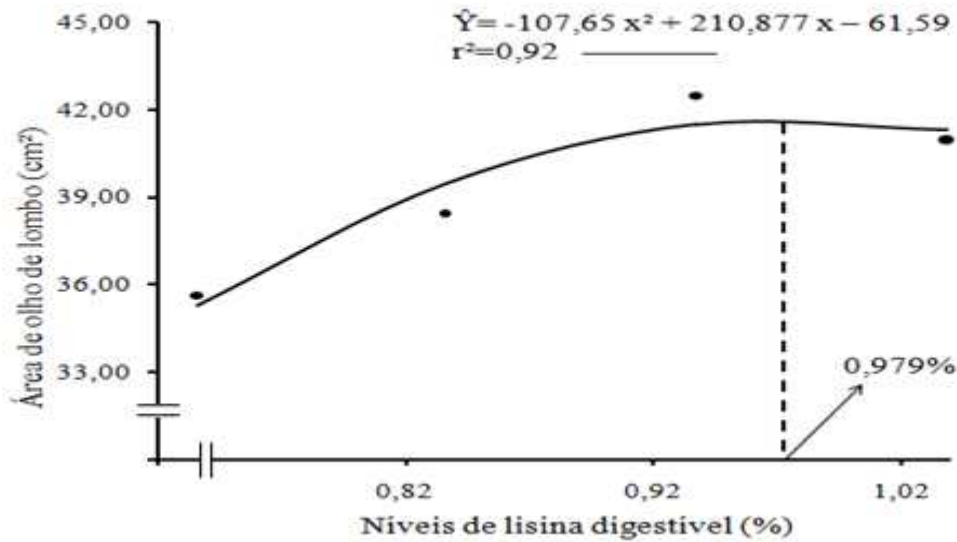


Figura 2 – Área de olho de lombo de suínos em terminação com rações contendo diferentes níveis de lisina digestível sem ractopamina, aos 28 dias de experimento.

Foi observado aumento ($P=0,0001$) de 11% que correspondeu a 5,1cm² da AOL dos animais quando foi suplementado a ractopamina na ração.

Houve efeito ($P<0,05$) dos níveis de lisina digestível, com ou sem a adição de ractopamina, sobre a profundidade de lombo (PL) de forma linear ascendente com as seguintes equações: $\hat{Y} = 7,014 X + 48,498$; $r^2=0,84$ e $\hat{Y} = 19,896 X + 21,750$; $r^2=0,74$, respectivamente.

Os animais que ingeriram a ractopamina aumentaram ($P=0,0001$) aproximadamente 9,11% a PL em comparação aos que não consumiram o aditivo.

Foi observada diferença ($P<0,05$) entre os níveis de lisina, com ou sem adição de ractopamina, em relação à ET ambos de forma linear descendente segundo as equações: $\hat{Y} = -4,257 X + 17,777$; $r^2=0,91$ e $\hat{Y} = -6,646 X + 21,826$; $r^2=0,91$, respectivamente.

Em adição, a ET foi reduzida ($P=0,0010$) de 13,78% que correspondeu 1,93 mm quando os animais ingeriram ractopamina.

Os níveis de lisina digestível e de ractopamina não influenciaram ($P>0,05$) o rendimento de carcaça (RC) dos animais.

A quantidade de carne magra (QCM) foi modificada ($P=0,032$) de forma linear ascendente pela concentração de lisina digestível na ração, segundo a seguinte equação: $\hat{Y} = 6,369X + 39,609$, $r^2=0,88$. A adição de ractopamina na ração melhorou ($P=0,016$) a QCM na carcaça dos animais cerca em comparação aos que não consumiram.

Não houve diferença significativa ($P>0,05$) dos níveis de lisina digestível sobre porcentagem de carne magra (PCM) dos animais. No entanto, quando foi avaliada a adição de ractopamina na ração sobre a PCM, foi verificado um acréscimo ($P=0,0250$) de 1,81%.

A perda de líquido por descongelamento (PLD) na carne não foi influenciada ($P>0,05$) pelos níveis de lisina digestível das rações. Porém, a inclusão de ractopamina aumentou ($P=0,002$) 8,24% a PLD da carne em comparação aos que não ingeriram.

À medida que se elevou as concentrações de lisina digestível nas rações aumentou ($P=0,001$) de forma linear a perda de líquido por cocção (PLC), com a seguinte equação: $\hat{Y} = 9,541X + 12,582$, $r^2=0,88$. A PLC da carne não foi verificada diferença significativa ($P>0,05$) quando foi incluiu ractopamina na ração.

A força de cisalhamento (FC) do Longissimus dorsi não foi alterada ($P>0,05$) pelas concentrações de lisina digestível e de ractopamina na ração dos suínos.

Os níveis de lisina digestível e de ractopamina não afetaram ($P>0,05$) o índice de fragmentação miofibrilar (IFM) do músculo.

O Tbars da carne dos animais não foi alterado ($P>0,05$) pelos níveis de lisina digestível e de ractopamina das rações.

Os valores de coloração A^* , B^* e L^* não foram afetados pelos níveis de lisina da ração. No entanto, a inclusão de ractopamina reduziu ($P<0,05$) os valores de B^* do músculo Longissimus dorsi dos animais que ingeriram o aditivo.

Tabela 5 – Qualidade de carne de suínos em terminação alimentados com rações contendo diferentes níveis de lisina digestível (Lis) com ou sem a suplementação com ractopamina (Rac) no período experimental.

Níveis de lisina digestível (%)				Níveis de RAC (ppm)	Médias	P-valor			CV (%)	
0,736	0,836	0,937	1,038			Lis	Rac	Lis X Rac		
<u>Perda de líquido por descongelamento (%)</u>										
12,08	13,40	12,36	12,27	0	12,50A	0,4212	0,0021**	0,1991	19,41	
				10	13,53B					
<u>Perda de líquido por cocção (%)</u>										
19,49	20,4	22,18	22,1	0	21,78	0,0011*	0,4362	0,0927	9,45	
				10	21,45					
<u>Força de cisalhamento (kgf)</u>										
3,10	2,84	3,14	3,07	0	3,06	0,1506	0,6595	0,7108	12,83	
				10	3,08					
<u>Índice de fragmentação miofibrilar (%)</u>										
61,71	62,97	63,54	62,69	0	61,87	0,8103	0,8762	0,9210	8,57	
				10	59,87					
<u>Oxidação lipídica (MDA, mg/kg)</u>										
0,517	0,532	0,538	0,521	0	0,528	0,8989	0,9137	0,5445	16,79	
				10	0,526					
<u>Cor A</u>										
2,01	2,10	2,29	1,99	0	2,11B	0,6180	0,0498	0,3276	24,89	
				10	1,86A					
<u>Cor B</u>										
6,52	6,23	6,41	6,37	0	6,51	0,8582	0,0761	0,2919	12,11	
				10	6,15					
<u>Cor L</u>										
45,21	43,63	43,32	44,02	0	44,32	0,5542	0,7851	0,1696	7,785	
				10	44,09					

*Efeito linear (P<0,05) **Letras diferentes diferem (P<0,05) pelo teste de Fisher-Snedecor.

DISCUSSÃO

Considerando-se a temperatura média do ar obtida, pode-se inferir que os animais foram submetidos ao estresse por calor, por estar acima da temperatura crítica máxima de 26°C para a categoria, conforme o estabelecido por Moura et al. (2011). Além disso, o ITGU obtido foi próximo ao encontrado por Sobrinho et al. (2013) de 81,9, para suínos em terminação mantidos sob temperaturas ambientais elevadas.

A ausência de interação entre os fatores (lisina e ractopamina) também foram observados por alguns pesquisadores (Ross et al., 2011 e Webster et al., 2007), que avaliaram o desempenho e as características de carcaça dos suínos em terminação alimentados com rações contendo diferentes níveis de lisina digestível e ractopamina.

Em oposição, Apple et al. (2004) e Armstrong et al. (2004) verificaram efeito de interação entre os níveis de lisina e ractopamina sobre o desempenho dos suínos.

A possível diferença de resultados encontrada na literatura pode ser devido à genética dos suínos, diferenças nas concentrações de lisina e de ractopamina nas rações e ainda o tempo de duração da ractopamina utilizado nos diferentes estudos.

Em relação ao aumento do peso final (PF) dos suínos alimentados com rações contendo ractopamina, também foram observados por Marinho et al. (2007) e Sanches et al. (2010) que trabalhando com suínos alimentados com diferentes dosagens de ractopamina (5 e 10 ppm), obtiveram melhora de 2,7 e 2,8% do PF, respectivamente.

O consumo voluntário de ração não foi alterado pelas concentrações de lisina digestível, fato também verificado por Almeida et al. (2010) que avaliando níveis de lisina digestível variando de 0,68 a 1,08% com adição ou não de ractopamina (5ppm) para suínos machos castrados e fêmeas em terminação, não verificaram diferença significativa no consumo voluntário dos animais.

Em oposição, Corassa et al. (2013) avaliando níveis de lisina digestível variando de 0,94 a 1,04% em rações com adição de ractopamina (5 ppm), constataram redução do consumo de ração diário (CRD) dos suínos em terminação à medida que se aumentou o nível de lisina.

De acordo com Souza et al. (2011) a diversidade de respostas pode ser explicada pelo nível de energia utilizado e pelo desequilíbrio de aminoácidos essenciais nas rações, entre outros fatores.

Como nesse estudo não se verificou variação significativa no CRD dos suínos, pode-se inferir que o aumento da ingestão diária de lisina digestível ocorreu em razão direta da sua concentração na ração.

O aumento das concentrações de lisina não foi suficiente para alterar o ganho de peso diário (GPD) dos suínos. Rikard-Bell et al. (2013) avaliando níveis de lisina total variando de 0,56 a 1,01% com adição ou não de ractopamina nas concentrações de 5 e 20 ppm para suínos machos castrados e fêmeas em terminação, também não constataram variação significativa do GPD em relação ao aumento da concentração de lisina.

Ainda de forma consistente com esses resultados, Almeida et al. (2010) e Souza et al. (2011) não verificaram alteração do GPD dos suínos em função dos diferentes níveis de lisina.

Em oposição, Kiefer e Sanches (2009) realizaram uma metanálise a partir do resultado de 18 experimentos com 2.991 suínos em terminação sobre a influência dos níveis de lisina digestíveis variando de 0,65 a 1,0% suplementados ou não com ractopamina (5, 10 e 20 ppm), reportaram acréscimo no GPD dos animais quando se elevou as concentrações de lisina na ração.

A diferença de resultados encontrados na literatura possivelmente pode está relacionada com o ambiente térmico (Sobrinho et al., 2013), genética dos suínos (Friesen et al., 1994) e o nível de proteína utilizado na ração (Ball et al., 2013).

No presente estudo, foi verificado aumento de 8,5% no GPD dos suínos quando adicionado ractopamina na ração.

Estudos recentes conduzidos por Peterson et al. (2015) com suínos em terminação, estudaram três níveis de ractopamina (0, 5 e 7,5 ppm) e o comportamento dos animais (sociável, moderado e agressivo), demonstraram aumento de 9,9 e 9,0% do GPD quando consumiram a ractopamina nas concentrações de 5 e 7,5ppm, respectivamente, em comparação ao tratamento controle.

A ractopamina atua em vias metabólicas dos lipídeos e das proteínas, também tem sido demonstrado que a mesma tem efeito sobre o metabolismo dos carboidratos, e assim redireciona os nutrientes presentes na ração favorecendo a síntese de proteínas em detrimento da deposição de gordura na carcaça (Gunawan et al., 2007), conseqüentemente aumentando o GPD dos animais.

A resposta na conversão alimentar obtida neste estudo também foi observada por

Sobrinho et al. (2013) avaliando níveis de lisina digestível variando de 0,66 a 1,24% para suínos submetidos ao estresse por calor, constataram melhora quadrática até o nível estimado de 0,98%. Com base nos achados encontrados por esses autores, pode-se sugerir que o estresse térmico aumenta a exigência de lisina digestível devido às respostas fisiológicas e comportamentais atribuídas pelo estresse.

De forma consistente com esse achado, Corassa et al. (2013) avaliando níveis de lisina variando de 0,94 a 1,04% contendo 5 ppm de ractopamina para suínos machos castrados e fêmeas em terminação, também obtiveram melhora linear da CA dos animais em função do aumento da concentração de lisina nas rações.

Em contrapartida, Souza et al. (2011) não observaram alteração da CA em função do aumento dos níveis de lisina com a suplementação de 20ppm de ractopamina em rações de suínos machos castrados em terminação.

Com base nos resultados de CA dos animais, pode-se inferir que houve um aumento de cerca de 9% da exigência de lisina com a suplementação de ractopamina. No entanto, Marinho et al. (2007) e Smits & Cadogan (2003) reportaram que quando a ractopamina é incluída nas rações, a exigência de aminoácidos essenciais, em especial lisina, é aumentada em cerca de 30%. Porém, outros fatores como: a relação lisina e energia (Apple et al., 2004), ao genótipo dos suínos (Friesen et al., 1994) e o ambiente térmico (Sobrinho et al., 2013) podem influenciar a exigência nutricional dos suínos.

Os resultados encontrados no presente estudo corroboram com os achados de Apple et al. (2004), Almeida et al. (2010), Moraes et al. (2010) e Garbossa et al. (2013) que verificaram melhora na CA dos suínos quando foram alimentados com rações contendo ractopamina.

A resposta observada pode ser atribuída ao aumento da deposição protéica proporcionado pela inclusão de ractopamina, sendo que, a deposição de gordura na carcaça tem um alto custo energético (em termos de peso) em comparação deposição de carne (Weatherup et al., 1998).

A AOL dos suínos foi modificada pela concentração de lisina, resultado semelhante foi encontrado por pesquisadores (Andretta et al., 2011 e Kiefer e Sanches 2009) que realizaram uma metanálise e relataram influência positiva dos níveis de lisina sobre a área de lombo dos suínos alimentados com rações contendo 10 e 20ppm de ractopamina.

Por outro lado, Webster et al. (2007) não observaram variação significativa dos níveis de lisina digestível com a suplementação ou não de ractopamina (5 e 10 ppm) em relação a AOL dos animais.

A inclusão de ractopamina melhorou a AOL dos animais que está dentro da faixa de 1,4 a 7,3 cm² da AOL observado em outros estudos com suínos em terminação alimentados com 10 mg de ractopamina em comparação com os animais não tratados com o aditivo em rações (Crome et al., 1996; Stoller et al., 2003; Armstrong et al., 2004 e James et al., 2013).

A PL dos suínos foi aumentada com a inclusão de ractopamina, fato também observado por Mendoza et al. (2015) e Almeida et al. (2013) também verificaram acréscimo de 5,6 e 11%, quando os animais ingeriram 5 e 10ppm de ractopamina nas rações para suínos em terminação, respectivamente.

Em contrapartida, Fernández-Dueñas, et al. (2008) avaliando níveis de ractopamina (0, 5 e 7,4 ppm) em dietas de machos castrados e fêmeas não verificaram diferença significativa sobre a PL.

O parâmetro ET foi influenciado pela interação lisina e ractopamina, esse achado está coerente ao encontrado por Kieffer et al. (2009) que realizaram uma metanálise de diversos estudos, e também verificaram interação entre os níveis de lisina e ractopamina.

Marinho et al. (2007) avaliando dois níveis de lisina digestível (0,67 e 0,87%) com e sem a inclusão de ractopamina (5ppm) para suínos machos castrados em terminação, constataram redução da ET dos animais à medida que se elevou a concentração de lisina.

No entanto, Souza et al. (2011) avaliando níveis de lisina digestível variando de 0,80 a 1,10% contendo 20ppm de ractopamina em rações para suínos machos castrados em terminação, não foi observado diferença significativa dos níveis sobre a ET dos animais.

Diversos pesquisadores demonstraram redução da ET quando os animais ingeriram diferentes dosagens de ractopamina (5, 7,4, 10 e 20ppm) em rações para suínos em terminação: 1,30mm Mendoza et al. (2015); 1,05 mm (Hinson et al., 2012); 0,6mm (James et al., 2013) e 2,30 mm Rikard-Bell et al. (2013), respectivamente.

Araújo et al. (2014) avaliando o efeito da ractopamina sobre o metabolismo lipídico dos suínos em terminação, constataram que a ractopamina atua sobre o metabolismo dos lípidos a fim de estimular a lipólise e inibir a lipogênese. Com base

nesse pressuposto, pode-se inferir que a ractopamina atua sobre a redução da ET (subcutâneo) por ser o tecido adiposo mais representativo para os suínos.

A ausência de efeito da concentração de lisina sob a RC dos suínos também foi verificado por Kieffer et al. (2009) que realizaram uma metanálise de diversos estudos, e concluíram que as diferentes concentrações de lisina digestível contendo ractopamina nos níveis de 5, 10 e 20 ppm em rações não afetaram o RC dos suínos.

Corassa et al. (2013) também verificou efeito linear ascendente da QCM dos animais a medida que se elevou a concentração de lisina digestível com adição de 5ppm de ractopamina. Em conformidade com estes achados, Webster et al. (2007) reportaram que a utilização de níveis de lisina digestível adequados contendo ractopamina favorece a deposição protéica na carcaça.

Sainz et al. (1993) reportaram que a suplementação de ractopamina em rações de suínos incrementou a quantidade de carne magra na carcaça, possivelmente devido à menor ação da calpaína sobre a proteólise do músculo.

Não foi constatada diferença significativa dos níveis de lisina digestível em relação à porcentagem de carne magra (PCM) da carcaça dos animais. Esses resultados corroboram os encontrados por Almeida et al. (2013) que avaliando diferentes períodos de utilização de ractopamina (0, 7, 14 e 28 dias) e com dois níveis de ractopamina (0 e 10 ppm), obtiveram um aumento de 3% da PCM em relação ao tratamento controle.

Em oposição, Fernández-Dueñas, et al. (2008) avaliando níveis de ractopamina (0, 5 e 7,4 ppm) em rações de machos castrados e fêmeas não verificaram diferença significativa sobre a PCM na carcaça.

Segundo pressuposição de Spurlock et al. (1993) a ractopamina é um agonista β -adrenérgico que quando administrado nas rações de suínos aumenta a quantidade de carne magra da carcaça por aumentar a deposição muscular e reduzir a deposição de gordura, melhorando a relação gordura:carne na carcaça. Essa ação ocorre devido ao aumento da síntese de proteína muscular ou diminuindo sua degradação, sendo que, a degradação da proteína é mediada pela atividade das proteases presentes no músculo.

A PLD do longissimus dorsi foi alterada pela suplementação de ractopamina, resultados semelhantes foram encontrados por Garbossa et al. (2013) que avaliando diferentes concentrações de ractopamina, também não observaram diferença na PLD da carne dos suínos.

Em oposição, Leal et al. (2014) estudando níveis de ractopamina variando de 0 a 15ppm em suínos machos castrados e fêmeas, demonstraram que o aumento de

ractopamina nas rações proporciona uma diminuição na perda de líquido no descongelamento. E ainda, Silva et al. (2015) avaliando a associação de ractopamina e vitaminas antioxidantes para suínos em terminação, não encontraram diferença significativa da suplementação de ractopamina sobre a PLD da carne.

A diversidade de resposta da adição de ractopamina quanto a PLD da carne, pode evidenciar que está variável é influenciada por outros fatores como genótipo e o estresse dos suínos durante o abate.

Witte et al. (2000) avaliando dois níveis de lisina (0,48 e 0,64%) para suínos em terminação sob diferentes ambientes térmicos, não observaram variação significativa das concentrações de lisina em relação PLC longissimus dorsi.

A diferença de resultados encontrados nos estudos pode ter sido influenciada pela genética dos animais (Lim et al. 2014).

Diversos pesquisadores Apple et al. (2004), Garbosa et al. (2010) e Silva et al. (2015) não observaram alteração da PLC da longissimus dorsi em função da adição de ractopamina.

Pode-se sugerir que a adição de ractopamina na ração não modificou a perda de água, o que é um dos principais critérios de qualidade de carne observados pelos consumidores. Segundo Paulk et al. (2014) o aumento de perda de água durante o cozimento poderia ter um efeito negativo na palatabilidade do consumidor devido à redução da umidade do produto cozido e pela perda dos benefícios associados como o aumento da suculência.

O parâmetro de qualidade de carne FC não foi alterado pelos níveis de lisina e ractopamina. Boler et al. (2011) avaliando diferentes concentrações de lisina digestível para suínos machos castrados, inteiros e imunocastrados, não verificaram variação significativa da FC.

Diversos pesquisadores Stoller et al. (2003), Fernández-Dueñas, et al. (2008) e Anim et al. (2014) também não observaram efeito da suplementação de ractopamina nos valores de força de cisalhamento para os níveis de (5; 7,4 e 10 ppm de ractopamina) em diversas categoria sexuais (machos inteiros, castrados, imunocastrados e fêmeas).

Por outro lado, Patience et al. (2009), Rocha et al. (2013) e Iocca et al. (2015) verificaram efeito da alimentação com ractopamina sobre a resistência dos lombos de suínos (maiores valores de cisalhamento) para suínos machos castrados, inteiros, imunocastrados e fêmeas.

Alguns pesquisadores sugeriram que o aumento da quantidade de fibras glicolíticas (IIB) e do maior tamanho da fibra no músculo de suínos alimentados com ractopamina proporciona maior força de cisalhamento (Depreux et al., 2002) e menor IMF (Rocha et al. 2013). No entanto, de acordo com Fernández-Dueñas, et al. (2008) as diferenças nas concentrações de ractopamina, duração, ou ambos podem influenciar na resposta da qualidade de carne (maciez).

Perez et al. (2005) trabalhando com níveis de lisina digestível variando de 0,95 a 1,05% e contendo ou não ractopamina (10ppm) em rações para suínos em terminação, observaram redução do IMF à medida que se elevou a concentração de lisina digestível na ração, fato não constatado no presente trabalho.

Ausência de efeito da lisina sobre o IMF, pode ser explicada pela genética dos suínos (Lim et al. 2014) e o nível de energia da ração (Cameron et al., 2000).

De maneira similar, não houve diferença significativa da suplementação de ractopamina sobre IFM. Stoller et al. (2003) também não verificaram influência da adição de ractopamina sobre a gordura intramuscular do longissimus dorsi dos animais. No entanto, estes mesmos pesquisadores reportaram também que o genótipo dos animais (Berkshire e Duroc) obteve respostas divergentes quanto à gordura intramuscular, confirmando que a genética interfere a resposta.

Dunshen et al. (2005) e Trindade et al. (2008), correlacionaram valores de TBARS com resultados de análise sensorial com julgadores treinados e não treinados (Trindade et al., 2008) para avaliação de “odor a ranço” em carne suína. Segundo os autores, o limiar de detecção de odor corresponde valores entre 0,5 e 1,0 mg MDA/kg para provadores treinados e 0,6 e 2,0 mg MDA/kg para provadores não treinados.

Assim, considerando o valor médio de oxidação lipídica encontrado nesse estudo (0,53 mg MDA/kg de amostra) e o relato de Drehmer (2005), que o produto pode ser considerado de boa qualidade quando os teores de TBARS estão entre 0,5 a 1,0 mg de MDA/kg.

CONCLUSÕES

Os melhores resultados de desempenho e de características de carcaça de suínos machos castrados em terminação no período de verão foram obtidos com os níveis de 1,038 e 0,945% de lisina digestível, correspondente a um consumo diário estimado de 29,3g e 28,4g, respectivamente, com a suplementação de 10 ppm de ractopamina ou não na ração.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo apoio durante a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, E. C. D., Fialho, E. T., Rodrigues, P. B., Zangeronimo, M. G., Lima, J. A. D. F., & Fontes, D. D. O. (2010). Ractopamine and lysine levels on performance and carcass characteristics of finishing pigs. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 39(9), 1961-1968.
- Amin, M., Kiefer, C., Feijó, G. L. D., Gonçalves, L. M. P., Souza, K. M. R. D., & Rodrigues, G. P. (2014). Energy and ractopamine levels in meat pork quality. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, 15(2), 484-492.
- Andretta, I., Lovatto, P. A., Silva, M. K. D., Lehen, C. R., Lanferdini, E., & Klein, C. C. (2011). Relationship among ractopamine, nutritional variables and performance in pigs: a meta-analytic study. **Ciência Rural**, 41(1), 186-191.
- Andretta, I., Kipper, M., Lehen, C. R., Demori, A. B., Remus, A., & Lovatto, P. A. (2012). Meta-analysis of the relationship between ractopamine and dietary lysine levels on carcass characteristics in pigs. **Livestock Science**, 143(1), 91-96.
- Apple, J. K., Maxwell, C. V., Brown, D. C., Friesen, K. G., Musser, R. E., Johnson, Z. B., & Armstrong, T. A. (2004). Effects of dietary lysine and energy density on performance and carcass characteristics of finishing pigs fed ractopamine. **Journal of Animal Science**, 82(11), 3277-3287.
- Araújo, T. S., Prezotto, C. F., Lucci, J. R., Nunes, M. B., Peconick, A. P., & de Sousa, R. V. (2014). ALTERAÇÕES METABÓLICAS EM SUÍNOS CAUSADAS POR AGONISTAS DE RECEPTORES β -ADRENÉRGICOS: UMA REVISÃO SOBRE A RACTOPAMINA. **Revista Eletrônica de Pesquisa Animal**, 2(02), 62-77.

- Armstrong, T. A., Ivers, D. J., Wagner, J. R., Anderson, D. B., Weldon, W. C., & Berg, E. P. (2004). 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**, 82(11), 3245-3253.
- Ball, M. E. E., Magowan, E., McCracken, K. J., Beattie, V. E., Bradford, R., Gordon, F. J., ... & Henry, W. (2013). The effect of level of crude protein and available lysine on finishing pig performance, nitrogen balance and nutrient digestibility. **Asian-Australasian journal of animal sciences**, 26(4), 564.
- Boler, D. D., Kutzler, L. W., Meeuwse, D. M., King, V. L., Champion, D. R., McKeith, F. K., & Killefer, J. (2011). Effects of increasing lysine on carcass composition and cutting yields of immunologically castrated male pigs. **Journal of animal science**, 89(7), 2189-2199.
- Bridi, A. M., de Oliveira, A. R., da Fonseca, N. A., Coutinho, L. L., Hoshi, E. H., Borosky, J. C., & da Silva, C. A. (2008). Efeito da ractopamina e do gênero no desempenho e na carcaça de suínos de diferentes genótipos halotano. **Semina: Ciências Agrárias**, 29(3), 713-722.
- Corassa, A., Kiefer, C., & Nieto, V. M. O. S. (2013). Levels of digestible lysine in diets with ractopamine for finishing pigs. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, 14(3), 485-489.
- Crome, P. K., McKeith, F. K., Carr, T. R., Jones, D. J., Mowrey, D. H., & Cannon, J. E. (1996). Effect of ractopamine on growth performance, carcass composition, and cutting yields of pigs slaughtered at 107 and 125 kilograms. **Journal of Animal Science**, 74(4), 709-716.
- Dunshen, F. R., King, R. H., Campbell, R. G., Sainz, R. D., & Kim, Y. S. (1993). Interrelationships between sex and ractopamine on protein and lipid deposition in rapidly growing pigs. **Journal of animal science**, 71(11), 2919-2930.
- Fernández-Dueñas, D. M., Myers, A. J., Scramlin, S. M., Parks, C. W., Carr, S. N., Killefer, J., & McKeith, F. K. (2008). Carcass, meat quality, and sensory characteristics of heavy body weight pigs fed ractopamine hydrochloride (Paylean). **Journal of animal science**, 86(12), 3544-3550.
- Friesen, K. G., Nelssen, J. L., Goodband, R. D., Tokach, M. D., Unruh, J. A., Kropf, D. H., & Kerr, B. J. (1994). Influence of dietary lysine on growth and carcass composition of high-lean-growth gilts fed from 34 to 72 kilograms. **Journal of animal science Menasha then Albany then Champaign Illinois**, 72, 1761-1761.
- Garbossa, C. A. P., Sousa, R. V. D., Cantarelli, V. D. S., Pimenta, M. E. D. S. G., Zangeronimo, M. G., Silveira, H., ... & Cerqueira, L. G. D. S. (2013). Ractopamine levels on performance, carcass characteristics and quality of pig meat. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 42(5), 325-333.

- Gunawan, A. M., Richert, B. T., Schinckel, A. P., Grant, A. L., & Gerrard, D. E. (2007). Ractopamine induces differential gene expression in porcine skeletal muscles. **Journal of animal science**, 85(9), 2115-2124.
- Hinson, R. B., Galloway, H. O., Boler, D. D., Ritter, M. J., McKeith, F. K., & Carr, S. N. (2012). Effects of feeding ractopamine (Paylean) on growth and carcass traits in finishing pigs marketed at equal slaughter weights. **The Professional Animal Scientist**, 28(6), 657-663.
- Iocca, A. F. S., Lucas, D. S., Fausto, D. A., Delgado, E. F., Pértile, S. F. N., & Janzanti, N. S. (2015). Immunocastration and ractopamine in the quality of pork loin enhanced with salt and tripolyphosphate. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 50(5), 417-425.
- James, B. W., Tokach, M. D., Goodband, R. D., Nelssen, J. L., Dritz, S. S., Owen, K. Q., ... & Sulabo, R. C. (2013). Interactive effects of dietary ractopamine HCl and L-carnitine on finishing pigs: II. Carcass characteristics and meat quality. **Journal of animal science**, 91(7), 3272-3282.
- James, B. W., Tokach, M. D., Goodband, R. D., Nelssen, J. L., Dritz, S. S., Owen, K. Q., ... & Sulabo, R. C. (2013). Interactive effects of dietary ractopamine HCl and L-carnitine on finishing pigs: I. Growth performance. **Journal of animal science**, 91(7), 3265-3271.
- Kiefer, C., & Sanches, J. F. (2009). Metanálise dos níveis de ractopamina em dietas para suínos em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 38(6), 1037-1044.
- Leal, R. S., Cantarelli, V., Mattos, B., Carvalho, G. C., Pimenta, M. E. S. G., & Pimenta, C. (2014). Qualidade da carne de suínos submetidos a dietas com diferentes níveis de ractopamina. **Archivos de zootecnia**, 63(243), 507-518.
- Lim, D. G., Jo, C., Seo, K. S., & Nam, K. C. (2014). Comparison of meat quality of loins and butts in different two-way crossbred pigs. **Livestock Science**, 161, 210-217.
- Marinho, P. C., Fontes, D. D. O., Silva, F. C. D. O., Silva, M., Pereira, F. A., & Arouca, C. L. C. (2007a). 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**, 36(4), 1061-1068.
- Marinho, P. C., Fontes, D. D. O., Silva, F. C. D. O., Silva, M., Pereira, F. A., & Arouca, C. L. C. (2007b). Efeito dos níveis de lisina digestível e da ractopamina sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos machos castrados em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 36(6), 1791-1798.
- Mendoza, S. M. (2015, March). **Effect of dietary betaine and ractopamine on growth and carcass characteristics in finishing pigs housed under high ambient temperatures.** In ADSA-ASAS 2015 Midwest Meeting. Asas.
- Moore, K. L., Dunshea, F. R., Mullan, B. P., Hennessy, D. P., & D'Souza, D. N. (2009). Ractopamine supplementation increases lean deposition in entire and immunocastrated male pigs. **Animal Production Science**, 49(12), 1113-1119.

- Moraes, E., Kiefer, C., & Silva, I. S. (2010). Ractopamine in diets for immunocastrated, barrows and females. **Ciência Rural**, 40(2), 379-384.
- Moura, M. S., Kiefer, C., Silva, C. M., Nantes, C. L., da Silva, E. A., & Martins, L. P. (2011). Níveis de energia líquida e ractopamina para leitoas em terminação sob conforto térmico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 40(9), 1968-1974.
- Paulk, C. B., Tokach, M. D., Nelssen, J. L., Burnett, D. D., Vaughn, M. A., Phelps, K. J., ... & Gonzalez, J. M. (2014). Effect of dietary zinc and ractopamine hydrochloride on pork chop muscle fiber type distribution, tenderness, and color characteristics. **Journal of animal science**, 92(5), 2325-2335.
- Patience, J. F., Shand, P., Pietrasik, Z., Merrill, J., Vessie, G., Ross, K. A., & Beaulieu, A. D. (2009). The effect of ractopamine supplementation at 5 ppm of swine finishing diets on growth performance, carcass composition and ultimate pork quality. **Canadian journal of animal science**, 89(1), 53-66.
- Pérez, A., Obispo, N. E., Palma, J., & Chicco, C. F. (2005). Efectos de la ractopamina y el nivel de lisina sobre la respuesta productiva de cerdos magros en la fase de engorde. **Zootecnia Tropical**, 23(4), 429-445.
- Peterson, C. M., Pilcher, C. M., Rothe, H. M., Marchant-Forde, J. N., Ritter, M. J., Carr, S. N., ... & Ellis, M. (2015). Effect of feeding ractopamine hydrochloride on growth performance and responses to handling and transport in heavy-weight pigs. **Journal of Animal Science**, 93(3), 1239-1249.
- Rikard-Bell, C. V., Pluske, J. R., van Barneveld, R. J., Mullan, B. P., Edwards, A. C., Gannon, N. J., ... & Dunshea, F. R. (2013a). Dietary ractopamine promotes growth, feed efficiency and carcass responses over a wide range of available lysine levels in finisher boars and gilts. **Animal production science**, 53(1), 8-17.
- Rikard-Bell, C. V., Pluske, J. R., Van Barneveld, R. J., Mullan, B. P., Edwards, A. C., Gannon, N. J., ... & Dunshea, F. R. (2013b). Current recommended levels of dietary lysine in finisher pig diets are sufficient to maximise the response to ractopamine over 28 days but are insufficient in the first 7 days. **Animal production science**, 53(1), 38-45.
- Rocha, L. M., Bridi, A. M., Foury, A., Mormède, P., Weschenfelder, A. V., Devillers, N., ... & Faucitano, L. (2013). Effects of ractopamine administration and castration method on the response to preslaughter stress and carcass and meat quality in pigs of two Pietrain genotypes. **Journal of animal science**, 91(8), 3965-3977.
- Ross, K. A., Beaulieu, A. D., Merrill, J., Vessie, G., & Patience, J. F. (2011). The impact of ractopamine hydrochloride on growth and metabolism, with special consideration of its role on nitrogen balance and water utilization in pork production. **Journal of animal science**, 89(7), 2243-2256.
- Rostagno, H. S., Albino, L. F. T., Donzele, J. L., Gomes, P. C., Oliveira, R. D., Lopes, D. C., ... & Euclides, R. F. (2011). **Composição de alimentos e exigências nutricionais. Tabelas brasileiras para aves e suínos**, 3.

- Sanches, J. F., Kiefer, C., Carrijo, A. S., Moura, M. S. D., Silva, E. A. D., & Santos, A. P. D. (2010). Níveis de ractopamina para suínos machos castrados em terminação mantidos sob estresse por calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 39(7), 1523-1529.
- Sainz, R. D., Kim, Y. S., Dunshea, F. R., & Campbell, R. G. (1993). Effects of ractopamine in pig muscles: histology, calpains and β -adrenergic receptors. **Crop and Pasture Science**, 44(7), 1441-1448.
- Sobrinho, D. C. D. S., de Oliveira Júnior, G. M., Roner, M. N. B., Ferreira, A. S., de Oliveira, A. G., dos Santos, W. G., ... & da Silva Moraes, J. A. (2013). Lisina digestível para suínos machos castrados submetidos a estresse por calor dos 95 aos 115 kg. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, 14(3).
- Silva, R. A. M., Pacheco, G. D., Vinokurovas, S. L., Oliveira, E. R. D., Gavioli, D. F., Lozano, A. P., ... & Silva, C. A. D. (2015). Association of ractopamine and antioxidants vitamins for finishing pigs. **Ciência Rural**, 45(2), 311-316.
- Souza, E. D. O., Haese, D., Kill, J. L., Haddade, I. R., Lacerda, E. D. G., Saraiva, A., ... & Sobreiro, R. P. (2011). Digestible lysine levels in diets supplemented with ractopamine. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 40(10), 2186-2191.
- Spurlock, M. E., Cusumano, J. C., & Mills, S. E. (1993). The affinity of ractopamine, clenbuterol, and L-644,969 for the beta-adrenergic receptor population in porcine adipose tissue and skeletal muscle membrane. **Journal of animal science**, 71(8), 2061-2065.
- Stoller, G. M., Zerby, H. N., Moeller, S. J., Baas, T. J., Johnson, C., & Watkins, L. E. (2003). The effect of feeding ractopamine (Paylean) on muscle quality and sensory characteristics in three diverse genetic lines of swine. **Journal of Animal Science**, 81(6), 1508-1516.
- Weatherup RN, Beattie VE, Moss BW, Kilpatrick DJ and Walker N (1998) The effect of increasing slaughter weight on the production performance and meat quality of finishing pigs. **Journal of Animal Science** 67, 591-600.
- Webster, M. J., Goodband, R. D., Tokach, M. D., Nelssen, J. L., Dritz, S. S., Unruh, J. A., ... & Marsteller, T. A. (2007). Interactive effects between ractopamine hydrochloride and dietary lysine on finishing pig growth performance, carcass characteristics, pork quality, and tissue accretion. **The Professional Animal Scientist**, 23(6), 597-611.
- Witte, D. P., Ellis, M., McKeith, F. K., & Wilson, E. R. (2000). Effect of dietary lysine level and environmental temperature during the finishing phase on the intramuscular fat content of pork. **Journal of Animal Science**, 78(5), 1272-1276.

CONCLUSÕES GERAIS

Foram realizados dois experimentos, o primeiro com o objetivo de avaliar a lisina digestível e ractopamina em rações para suínos machos castrados em terminação no período de inverno, e o lisina digestível e ractopamina em rações para suínos machos castrados em terminação no período de verão. A partir dos resultados dos experimentos chegou-se às seguintes conclusões:

No experimento I, conclui-se que os melhores resultados de desempenho e de características de carcaça de suínos machos castrados em terminação no período de inverno foram obtidos com os níveis de 1,030 e 0,730% de lisina digestível, correspondente a um consumo diário estimado de 34,3g e 24,2g, respectivamente, com a suplementação de 10 ppm de ractopamina ou não na ração. Já para o experimento II, conclui-se que os melhores resultados de desempenho e de características de carcaça de suínos machos castrados em terminação no período de verão foram obtidos com os níveis de 1,038 e 0,945% de lisina digestível, correspondente a um consumo diário estimado de 29,3g e 28,4g, respectivamente, com a suplementação de 10 ppm de ractopamina ou não na ração.

ANEXO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

Campus Universitário - Viçosa, MG - 36570-000 - Telefone: (31) 3899.2262 - Fax: (31) 3899.2275 - e-mail: dzo@ufv.br

Comitê de Ética para Uso de Animais/DZO

Viçosa, 17 de janeiro de 2013

CERTIFICADO

O Comitê de Ética para Uso de Animais do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa certifica que o **processo nº 36/2012**, intitulado **“NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL EM RAÇÕES SUPLEMENTADAS OU NÃO COM RACTOPAMINA PARA SUÍNOS MACHOS CASTRADOS EM TERMINAÇÃO NOS PERÍODOS DE INVERNO E VERÃO”**, coordenado pelo **Prof(a). Juarez Lopes Donzele**, está de acordo com os princípios éticos da experimentação animal, estabelecido pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal e com a legislação vigente, tendo sido aprovado por este Comitê em **17/jan/2013**.

CERTIFICATE

The Ethic Committee in Animal Use of Animal Science Department/Universidade Federal de Viçosa certify that the **process number 36/2012**, named **“LYSINE LEVELS IN DIETS SUPPLEMENTED OR NOT WITH RACTOPAMINE BARROWS FOR TERMINATION IN PERIODS OF WINTER AND SUMMER”**, coordinated by **Prof(a). Juarez Lopes Donzele**, is in agreement with the Ethical Principles for Animal Research established by the Brazilian College for Animal Experimentation (COBEA) and with actual Brazilian legislation. This Institutional Committee approved this process on **Jan, 17th, 2013**.

Marcos Inácio Marcondes
Presidente do CEUA/DZO/UFV