

ANA PAULA CARDOSO GOMIDE

**LISINA DIGESTÍVEL EM DIETAS COM OU SEM RACTOPAMINA PARA
SUÍNOS DOS 92 AOS 125 KG**

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
2016

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

T

G6331
2016
Gomide, Ana Paula Cardoso, 1981-
Lisina digestível em dieta com ou sem ractopamina para
suínos dos 92 aos 125 kg / Ana Paula Cardoso Gomide. –
Viçosa, MG, 2016.
ix, 115f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Aloizio Soares Ferreira.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Nutrição animal. 2. Lisina na nutrição animal.
3. Ractopamina na nutrição animal. 4. Carne - Qualidade.
5. Suíno - Carcaça. I. Universidade Federal de Viçosa.
Departamento de Zootecnia. Programa de Pós-graduação em
Zootecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 636.0852

ANA PAULA CARDOSO GOMIDE

**LISINA DIGESTÍVEL EM DIETAS COM OU SEM RACTOPAMINA PARA
SUÍNOS DOS 92 AOS 125 KG**

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: 30 de junho de 2016.

Dr. Francisco Carlos de Oliveira Silva
(Co-orientador)

Prof^a. Dra. Cristina Mattos Veloso
(Co-orientador)

Prof^a. Dra. Maria Andréia Correa Mendonça

Dr. Antonio Marcos Souto Moita

Prof. Dr. Aloízio Soares Ferreira
(Orientador)

*"Tenho consciência de ser autêntica e procuro
superar todos os dias minha própria personalidade,
despedaçando dentro de mim tudo que é velho e
morto, pois lutar é a palavra vibrante que levanta os
fracos e determina os fortes.*

*Mesmo quando tudo parece desabar, cabe a mim
decidir entre rir ou chorar, ir ou ficar, desistir ou
lutar; porque descobri, no caminho incerto da vida,
que o mais importante é o decidir."*

(Cora Coralina)

*Aos meus pais Joel e Eliana, pelos ensinamentos e amor incondicional.
Às minhas irmãs Joelma e Liliane, pelo companheirismo e incentivo a buscar
sempre o melhor da vida.
À querida Vovó Ninita pela presença e apoio.*

Com Carinho e Gratidão, Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus por estar sempre presente em todos os momentos da minha vida, possibilitando mais esta conquista.

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso de Doutorado e possibilidade de desenvolvimento da pesquisa no Setor de Suinocultura.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro e concessão da bolsa de estudo durante o curso.

Em especial ao professor/orientador, Aloízio Sorares Ferreira, aos professores Paulo César Brustolini e Melissa Isabel Hannas, e aos co-orientadores, Francisco Carlos de Oliveira Silva e Cristina Mattos Veloso, pela confiança, incentivo e orientação.

Aos membros da Banca Examinadora, Antonio Marcos Souto Moita e Maria Andréia Correa Mendonça, pelas sugestões para o enriquecimento deste trabalho.

Aos professores da UFLA e UFV, pelos exemplos de profissionais, ensinamentos e dedicação durante a minha formação.

Aos funcionários e amigos do DZO-UFV e do Setor de Suinocultura, e em especial à Fernanda Vieira, Gabriel Assunção, Dedeco, Zé Lino e Fernando, pela ajuda indispensável.

Aos meus amados pais, Joel e Eliana, e minhas queridas irmãs, Joelma e Liliane, pela presença constante e por serem sempre meu porto seguro.

À querida vovó Ninita, meus tios, padrinhos, primos e cunhados por acreditarem em mim e me incentivarem.

Ao Bruno, Priscila, Gregório, Valéria, Cíntia, Danielle, Wilams, Bárbara, Soraia, Ana Carla, Mayra, Maykelly e Pedro, obrigada pela ajuda, disponibilidade, apoio e amizade.

Aos amigos de longas datas e principalmente os de graduação, mestrado e doutorado, sem a amizade e companheirismo de vocês esta jornada teria sido muito mais difícil, vocês sabem da importância de cada um na minha vida.

Aos queridos companheiros de repúblicas e festas, porque nem só de estudo vivemos, cada momento ao lado de vocês serão para sempre inesquecíveis.

Aos amigos do IF Goiano Câmpus Rio Verde, professores, diretores e funcionários, pela recepção, acolhida e apoio no final desta etapa.

À Maria Andréia e Carol por serem minhas irmãs em Rio Verde.

Ao Francisco pelo apoio, auxílio nas análises estatísticas e discussão dos capítulos da tese.

Aos queridos alunos e orientados do IF Goiano Câmpus Rio Verde, em especial: Brunno, Luiz Eduardo, Fabrício, Leonan, Helena, Rogério, Mannix, Elvécio, Joab, Luiz Felipe, Ronaldo, Guilherme, Everton, Felipe, Paulo Vitor, Fagner, Marcel, Júlio, Isadora e Letícia pelo respeito, carinho, amizade e admiração. Espero poder contribuir com a formação profissional e humana de cada um de vocês.

Enfim, a todos que, de maneira direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho.

A cada um de vocês o meu sincero MUITO OBRIGADA!!!

BIOGRAFIA

ANA PAULA CARDOSO GOMIDE, filha de Joel de Freitas Gomide e Maria Eliana Cardoso Gomide, nasceu em Viçosa - Minas Gerais, aos 29 dias do mês de julho de 1981.

Em agosto de 2000, iniciou o curso de graduação em Zootecnia na Universidade Federal de Lavras (UFLA), concluindo-o em fevereiro de 2008.

Em março de 2009, ingressou no Programa de Pós-Graduação, em nível de mestrado em Zootecnia, na área de Nutrição e Produção de Monogástricos da Universidade Federal de Viçosa (UFV), concluindo-o em 22 de dezembro de 2010.

Em julho de 2011 ingressou no Programa de Pós-Graduação, em nível de doutorado em Zootecnia, na área de Nutrição e Produção de Monogástricos da Universidade Federal de Viçosa (UFV), submetendo-se à defesa de tese em 30 de Junho de 2016.

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
CAPÍTULO I	1
Revisão de literatura sobre utilização de lisina e ractopamina em dietas para suínos na fase fina de terminação	
1 Introdução Geral	1
2 Revisão de Literatura	3
2.1 Utilização de lisina em dieta para suínos na fase final de terminação	3
2.2 Ractopamina	5
2.2.1 Mecanismo de ação da ractopamina	6
2.2.2 Resposta ao uso da ractopamina	9
2.2.3 Ractopamina e qualidade de carne	13
2.2.4 Considerações	20
3 Referências Bibliográficas	20
	31
CAPÍTULO II	
Níveis de lisina digestível para suínos machos castrados na fase final de terminação, criados em zona de conforto térmico	31
	48
CAPÍTULO III	
Interação lisina com ractopamina para suínos machos castrados na fase final de terminação, criados em zona de conforto térmico	48
	76
CAPÍTULO IV	
Níveis de lisina digestível para fêmeas suínas na fase final de terminação, mantidos criados em zona de conforto térmico	76
	93
CAPÍTULO V	
Interação lisina com ractopamina para fêmeas suínas na fase final de terminação, criados em zona de conforto térmico	93

RESUMO

GOMIDE, Ana Paula Cardoso, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, Junho de 2016.
Lisina digestível em dietas com ou sem ractopamina para suínos dos 92 aos 125 Kg.
Orientador: Aloízio Soares Ferreira. Coorientadores: Francisco Carlos de Oliveira Silva e Cristina Mattos Veloso

Objetivando-se avaliar níveis de lisina na fase final de terminação em dietas com ou sem ractopamina, para suínos machos castrados e fêmeas, realizou-se quatro experimentos. Foram utilizados 45 suínos em cada um dos experimentos, distribuídos em experimentos inteiramente casualizados com cinco tratamentos (níveis de lisina) e nove repetições, com um animal por unidade experimental. Os níveis de lisina usados em todos os experimentos foram 0,7; 0,8; 0,9; 1,0 e 1,1%. No experimento 1 e 3, com machos castrados e fêmeas respectivamente, os níveis de lisina digestível não afetaram os parâmetros de desempenho, as características de carcaça e de qualidade de carne de suínos na fase final de terminação. No experimento 2 e 4 os níveis de lisina em dietas com ractopamina para suínos machos castrados e fêmeas afetaram os parâmetros de desempenho, carcaça e qualidade de carne dos suínos. Conclui-se que: a quantidade de lisina digestível para atender as necessidades nutricionais de suínos machos castrados em ambiente termoneutro é de 21,7g por dia, tal qual no capítulo 2 e para as fêmeas suínas em ambiente termoneutro é de 18,2g por dia, tal qual no capítulo 4, correspondendo a um nível dietético de 0,7%, E que a quantidade de lisina digestível para atender as necessidades nutricionais de suínos machos castrados alimentados com dietas contendo 10 ppm de ractopamina e em ambiente termoneutro é de 36,6g por dia, tal qual no capítulo 3 e para as fêmeas suínas alimentadas com dietas contendo 10 ppm de ractopamina e em ambiente termoneutro é de 30,3g por dia, tal qual no capítulo 5, correspondendo a um nível dietético de 1,1%.

ABSTRACT

GOMIDE, Ana Paula Cardoso, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, June, 2016. **Digestible lysine in diets with or without ractopamine paragraph Pigs of 92 to 125 kg.** Advisor: Aloízio Soares Ferreira. Co-Advisors: Francisco Carlos de Oliveira Silva and Cristina Mattos Veloso.

Aiming to evaluate lysine levels in the final finishing phase in diets with or without ractopamine, for barrows and females was conducted four experiments. 45 pigs were used in each of the experiments, distributed in a completely randomized experiments with belt treatments (lysine levels) and nine repetitions, with one animal per experimental unit. Lysine levels used in all experiments were 0.7; 0.8; 0.9; 1.0 to 1.1%. In experiment 1 and 3, with castrated males and females respectively, the lysine levels did not affect the performance parameters, characteristics of carcass and pig meat quality in the final finishing phase. In the experiment 2:04 lysine levels in diets with ractopamine for barrows and females affected performance parameters, carcass and meat quality of pigs. It is concluded that: the amount of digestible lysine to meet the nutritional needs of barrows in thermal comfort is 21,7g a day, like in Chapter 2 and for the females in thermoneutral environment is 18,2g per day , just as in chapter 4, corresponding to a dietary level of 0.7%, and the amount of digestible lysine to meet the nutritional needs of barrows fed diets containing 10 ppm of ractopamine and thermoneutral environment is 36, 6g per day, just as in section 3 and the females fed diets containing 10 ppm of ractopamine and thermoneutral environment is 30,3g per day, just as in chapter 5, corresponding to a dietary level of 1.1% .

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO GERAL

A partir do conceito de proteína ideal tem sido possível estabelecer de forma mais adequada às necessidades de aminoácidos digestíveis para suínos. Juntamente com isto, o desenvolvimento de linhagens de suínos para maior deposição de carne tem demandado pesquisas para revisões contínuas das quantidades de nutrientes para atender as exigências dos suínos destas novas linhagens.

O conceito de proteína ideal consiste no balanço ideal dos aminoácidos digestíveis da dieta capazes de prover, sem deficiências nem excessos, o máximo desempenho em função da qualidade genética dos animais, em ambientes termoneutro, sendo também dependente da proteína ideal.

Suínos de alto potencial genético para deposição de carne na carcaça tem suas exigências de aminoácidos, principalmente a lisina, aumentadas, podendo variar sua capacidade de deposição de carne e gordura em função da genética, idade e sexo dos animais (Gattás et al., 2012).

O melhoramento genético animal, durante as últimas décadas, deu grande ênfase na avaliação e seleção de carcaças quanto ao critério de qualidade voltado para a quantidade de carne magra, visando atender o consumidor cada vez mais exigente em relação ao teor de gordura, uma vez que há intensa correlação entre esta e as doenças cardiovasculares. Entretanto, para os diferentes segmentos da cadeia produtiva de carne suína, o termo “qualidade de suínos”, incluindo as características de rendimento de carcaça e de qualidade da carne, apresenta enfoque diferente.

O padrão de deposição de carne e gordura na carcaça podem ser diferentes entre machos castrados e fêmeas em função da qualidade proteica das dietas. Devido às

diferenças hormonais, as fêmeas podem demandar mais energia e mais aminoácidos digestíveis que os machos castrados e, em consequência disto, elas podem ser mais eficientes na transformação de alimentos em ganho e produzirem carcaças em maiores quantidades de carne e menores de gordura que os machos castrados.

Além disso, tem-se constatado que as fêmeas consomem menores quantidades de ração que os machos castrados. Por isso as diferenças existentes entre os dois sexos pode ser afetada pela diferença entre quantidades de nutrientes ingeridos (Arouca et al., 2004).

Desta forma machos castrados e fêmeas podem ter suas exigências em aminoácidos digestíveis diferenciadas, em razão do padrão de consumo e da deposição de proteína na carcaça (Gattás et al., 2012).

Além disso, o processo de deposição de proteína e gordura na carcaça pode ser alterado em função do uso dietético de repartidores de nutrientes, a exemplo da ractopamina. O processo de repartição de nutrientes pode, também, ser diferente em função das diferenças hormonais entre suínos de diferentes sexos.

A ractopamina, devido a sua ação modificadora de metabolismo, pode provocar mudanças nas necessidades aminoacídicas para o aumento da deposição de proteína. Por isso, o efeito da ractopamina pode ser limitado pelas quantidades de lisina, energia, fósforo, etc., que atuam na deposição de tecido muscular, na lipólise e lipogênese.

Tem-se constatado que aumento da taxa de deposição protéica está relacionado a uma maior demanda de lisina, o que indica que a necessidade desse aminoácido pode ser alterada em função do uso da ractopamina na dieta (Marinho et al., 2007).

Assim, os fatores que afetam a deposição de proteína, como genótipo, sexo, ambiente, sanidade, fase de desenvolvimento do animal e uso de aditivos, principalmente os repartidores de nutrientes podem alterar a exigência de lisina pelos animais. Contudo o excesso de lisina poderá limitar os efeitos benéficos dos agonistas

β -adrenérgicos por meio da competição pelos sítios de absorção e catabolismo dos aminoácidos em excesso em detrimento da síntese protéica (Souza et al., 2011). Portanto, todos esses fatores também devem ser considerados durante a determinação das necessidades nutricionais dos suínos.

Pelo exposto, torna-se importante avaliar as necessidades de quantidades de lisina digestível em dietas com e sem ractopamina para suínos machos castrados e fêmeas em fase final de terminação, mantidos em ambiente de termoneutralidade, consumindo quantidades iguais de alimento.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Lisina em dieta para suínos na fase final de terminação

A exigência proteica de um animal é determinada como a combinação das suas necessidades de aminoácidos, podendo variar conforme o potencial genético, a classe sexual, a temperatura ambiente, sanidade do plantel, bem como o consumo e o tipo de dieta fornecida (NRC, 2012; Tabela Brasileira para Aves e Suínos, 2011).

As dietas para suínos têm sido formuladas segundo o conceito de proteína ideal, ou seja, as exigências dos aminoácidos são expressas com base nos requisitos de lisina. Dietas à base de milho e farelo de soja para suínos apresentam a lisina com o aminoácido limitante, sendo o aminoácido referência, uma vez que ela está diretamente relacionada à síntese proteica e, conseqüentemente, deposição de tecido muscular e os demais aminoácidos, durante a formulação das dietas, devem ser ajustados em relação a esta (Tabela Brasileira para Aves e Suínos, 2011, Gattás et al., 2012; NRC, 2012).

Sabe-se que a exigência nutricional, de lisina digestível, preconizada por Tabela Brasileira para Aves e Suínos (2011) de suínos machos castrados de alto potencial genético com desempenho superior na fase final de terminação, dos 95 aos 125 kg, é de

21,46 g/dia com um consumo médio de ração de 3,300 kg/dia e ganho médio de 1,078 kg/dia.

Diversos autores (Moreira et al., 2002; Arouca et al., 2004 e 2005; Abreu et al., 2007) não verificaram variação significativa no consumo de ração diário de machos castrados em relação ao nível de lisina. Entretanto, Oliveira et al. (2003 a, b) observaram que o aumento do nível de lisina reduziu de forma linear o consumo diário de ração.

Almeida et al. (2010 a), trabalhando com suínos machos castrados e fêmeas em terminação no período de 28 dias de experimento, com níveis de lisina digestível (0,68; 0,78; 0,88; 0,98; 1,08%), não observaram efeito significativo dos níveis de lisina sobre as características de carcaça e de desempenho em machos castrados e fêmeas. De acordo com os autores, devido ao consumo diário de ração não ter sido influenciado pelos níveis de lisina digestível, o incremento do consumo de lisina digestível ocorreu em razão do aumento do nível de lisina na ração.

Marinho et al. (2007), trabalhando com animais em terminação, dos 85 aos 121 kg, sobre as variáveis de desempenho e característica de carcaça, observaram que o nível de 0,67% de lisina digestível atendeu às exigências, sem efeito sobre os parâmetros de desempenho, exceto para o consumo de lisina digestível, que foi maior nos animais alimentados com a ração contendo 0,87%. Neste último nível houve melhora na qualidade de carcaça, diminuindo a espessura de toucinho e aumentando a porcentagem de carne magra, assim como a taxa de deposição de carne magra diária e a profundidade de lombo.

Entretanto, Friesen et al. (1994); Moreira et al. (2002); Oliveira et al. (2003 a, b) e Arouca et al. (2005), ao avaliarem a espessura de toucinho de suínos na fase de terminação, não observaram efeito do nível de lisina.

2.2 Ractopamina

A ractopamina (RAC) é um agonista β -adrenérgico do grupo das fenetanolaminas, com estrutura semelhante à das catecolaminas, epinefrina e norepinefrina, e ela pode alterar o metabolismo animal e modificar a repartição de nutrientes, favorecendo a deposição muscular em relação à de gordura (Sanchez et al., 2010b; Andretta et al., 2011; Costa-Lima et al., 2014).

Com o redirecionamento dos nutrientes que seriam destinados à produção e deposição de lipídeos para serem utilizados na deposição de tecido muscular (Pereira et al., 2008), ocorre redução da síntese lipídica, ao mesmo tempo em que há aumento da síntese proteica, proporcionando melhoria do ganho de peso, conversão alimentar e das características qualitativas de carcaça dos suínos.

A adição dessa substância à dieta tem se dado na fase de terminação de suínos por esta apresentar transformação na composição da carcaça, com elevado consumo de ração e melhor eficiência alimentar. Isso tem proporcionado melhoria significativa no desempenho, aumentando o crescimento e a deposição de proteína, ou seja, proporcionando redução da gordura da carcaça e aumento da quantidade de carne magra, o que é desejável tanto para o produtor quanto para o consumidor (Bridi et al., 2006, Rossi et al., 2010, Agostini et al., 2011).

Entretanto, pode ser mais eficiente a utilização de ractopamina com o aumento da ingestão de lisina, uma vez que a retenção dos aminoácidos essenciais proporciona maior retenção de nitrogênio nos músculos (Apple et al., 2007). Para tanto, tem-se sugerido que os níveis de aminoácidos na ração dos suínos sejam aumentados, objetivando-se maximizar a resposta dos animais à suplementação com ractopamina (Pérez et al., 2006; Webster et al., 2007; Almeida et al., 2010 b).

Possivelmente, a discrepância entre os resultados encontrados na literatura para os níveis de lisina com a suplementação de ractopamina, variando de 0,87% de lisina digestível (Marinho et al., 2007; Pereira, et al., 2008), 1,0% de lisina digestível (Kiefer & Sanches, 2009), 1,04% de lisina digestível (Corassa, et al., 2013); 1,11% lisina total (Rikard-Bell et al., 2013) e 1,15% de lisina total (Perez et al., 2006) pode estar relacionada com o ambiente térmico (Sobrinho et al., 2013), sexo, genética dos suínos (Friesen et al., 1994), o nível de proteína utilizado na ração (Ball et al., 2013), tempo de administração da ractopamina e peso dos animais (Ferreira et al., 2013).

2.2.1 Mecanismo de ação da ractopamina

Os agonistas β -adrenérgicos, também denominados como ABA, são conhecidos como agentes de partição, com efeitos sobre o sistema endócrino, o metabolismo proteico, lipídico e glicídico, modificando a composição e a qualidade de carcaça dos animais (Dunshea, 1993). Têm sido muito utilizados na produção de suínos, promovendo redirecionamento dos nutrientes, aumento da deposição de tecido magro e diminuição da lipogênese (Bridi et al. 2002).

As catecolaminas podem ser divididas em naturais e sintéticas. As naturais são epinefrina, norepinefrina e dopamina, e as sintéticas de maior interesse são o clenbuterol, cimaterol, salbuterol e ractopamina, sendo a ractopamina a mais utilizada na produção de suínos (Bellaver et al., 1991).

Algumas espécies, como bovinos e suínos, possuem β -receptores no tecido adiposo e muscular, que, quando são ativados pelas catecolaminas, promovem lipólise e ação muscular específica (Beermann, 2002). A sua ação no tecido adiposo e no tecido muscular, na espécie suína, é feita por meio de β -receptores (Beermann, 2002). De acordo com Mills (2002), três tipos de receptores estão presentes no tecido adiposo de

suínos: β_1 , perfazendo aproximadamente 75%; o β_2 , com 20%; e o β_3 , com 5%. Estes receptores estão presentes na maioria das células dos mamíferos, sendo que a proporção e distribuição de cada um, assim como sua sequência de aminoácidos, variam entre os tecidos do organismo animal e entre as diferentes espécies (Mersmann, 1998).

Após a estimulação desses receptores, ocorre formação de um complexo (aditivo/receptor), responsável pela substituição da guanosina difosfato (GDP), que está ligada à proteína G estimulatória (Ge), por guanosina trifosfato (GTP). A proteína Ge desloca-se até a enzima adenilato ciclase (AC), ativando-a (Lehninger et al., 2007).

Segundo estes mesmos autores, a enzima participa da formação do AMPc (monofosfato cíclico de adenosina) a partir do ATP (trifosfato de adenosina), o qual atua como segundo mensageiro. Portanto, o AMPc, responsável por ativar a proteína quinase (PQ), conduz à fosforilação de enzimas responsáveis pela resposta final, destacando, dentre outras, a estimulação da lipólise e redução da lipogênese e ativação da síntese proteica (Figura 1).

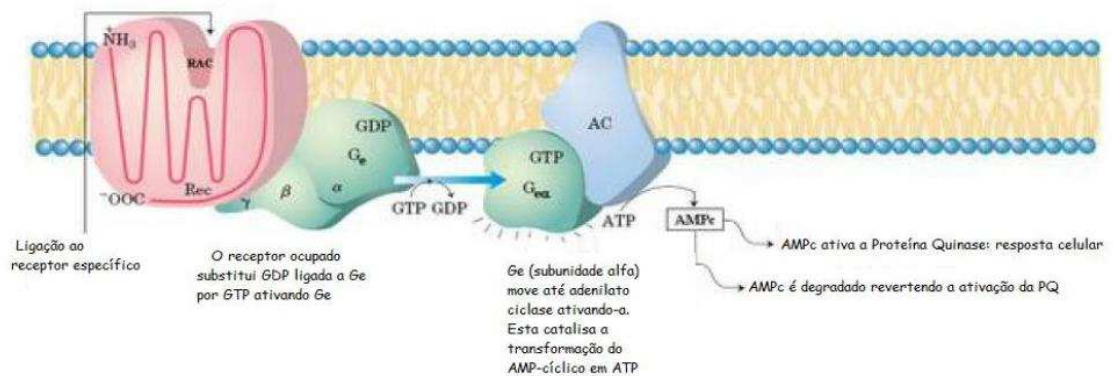


Figura 1. Mecanismo de ação dos β -agonistas adrenérgicos. Lehninger et al. (2007).

A insulina apresenta efeito anabólico sobre o tecido adiposo, enquanto a ractopamina, atuando nos receptores β -adrenérgicos, promove o principal mecanismo de

controle do metabolismo lipídico, levando ao aumento do seu catabolismo (Rutz & Xavier, 1999).

Os principais efeitos da ractopamina, sob o ponto de vista metabólico, estão relacionados ao tecido muscular esquelético e à gordura corporal dos animais, havendo pouca influência sobre o metabolismo glicídico (Ramos & Silveira, 2001), embora alguns autores defendam que haja aumento na síntese protéica, particularmente numa fase inicial (Greife et al., 1989; Bark et al., 1992). A diminuição da proteólise, por outro lado, apresenta-se como fator importante para o aumento da quantidade de carne magra nas carcaças de animais alimentados com dietas contendo ractopamina, sendo comprovada por meio do decréscimo da excreção de 3-metil-histidina, produto resultante do catabolismo protéico (Moloney & Beermann, 1996).

Apesar do pouco conhecimento a respeito do mecanismo pelo qual ocorre a hipertrofia do tecido muscular nos animais, promovida pela ação da ractopamina, a diminuição da proteólise é mais pronunciada, sendo comprovada pela menor capacidade proteolítica do músculo pós-morte. Sainz et al. (2001) observaram que a adição de ractopamina em dietas para suínos promoveu aumento da quantidade de carne na carcaça, devido à menor ação da calpaína sobre a proteólise do músculo.

Aparentemente a lipogênese é o principal efeito da ractopamina sobre o tecido adiposo, em consequência do acréscimo das concentrações plasmáticas de ácidos graxos livres e de glicerol, embora não tenha sido observado tal resultado em suínos (Rule et al., 1987). Devido à ausência deste efeito da ractopamina sobre a lipólise nestes animais, possivelmente a redução da lipogênese passa a ser um importante efeito sobre o metabolismo lipídico, ocasionado pela ação deste agonista β -adrenérgico em suínos, que ocorre devido à hipo-insulinemia, a ractopamina pode inibir a ação da insulina no receptor adrenérgico dos adipócitos e, assim, antagonizar a ação deste hormônio, o que diminui a síntese e a deposição de gordura nos suínos (Quirke et al., 1988).

2.2.2. Respostas ao uso da ractopamina

A ractopamina, tem se mostrado capaz de promover aumento do ganho de peso e no percentual de carne, melhorando a conversão alimentar e a qualidade da carcaça de suínos na fase final de terminação (Pereira et al., 2008). Estes resultados podem ser explicados por meio das alterações provocadas no metabolismo animal pela ação da ractopamina, que ocasiona redirecionamento dos nutrientes, aumentando a síntese protéica e diminuindo a lipogênese. Os maiores efeitos quanto ao uso da ractopamina em dietas para suínos em terminação ocorre através da diminuição das gorduras corporais, particularmente a subcutânea e a intermuscular (Willians et al., 1994; Carr et al., 2005)..

Desde que seu uso foi liberado no Brasil, em 1996, a ractopamina passou a ser utilizada nas agroindústrias, contribuindo para carcaças bem acabadas, o que favoreceu o desenvolvimento de cortes especiais, alimentos semi preparados e lançamento de novos produtos industrializados. Assim, com a aprovação do uso da ractopamina como aditivo nas dietas de suínos, na fase final de terminação, tem-se à disposição uma alternativa para potencializar o desempenho e aumentar a produção de carne suína (Moraes et al., 2010).

Os níveis de inclusão de ractopamina nas dietas de suínos variam de 5 a 20 ppm. Em situações práticas, níveis de 5 a 10 ppm resultam em ganho de peso satisfatório. Porém níveis maiores, em torno de 20 ppm, proporcionam máxima eficiência alimentar e melhores características quantitativas das carcaças dos suínos (See et al., 2004).

O aumento da deposição de proteína corporal, proporcionado pela utilização da ractopamina, é maior na carcaça do que nas vísceras, o que melhora o rendimento de carcaça dos suínos (Almeida et al., 2010 a). Porém, estes efeitos podem ser limitados a um curto período de tempo (14 dias) e a animais com pesos superiores a 95 kg (Ferreira et al., 2013).

Quando a ractopamina é adicionada na ração de suínos em terminação, um fator que pode limitar sua eficiência de utilização que seria, exatamente, a quantidade de proteína e aminoácidos. Segundo Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (2011), a exigência de lisina digestível para suínos alimentados com dietas suplementadas com 20 ppm de ractopamina durante 28 dias é de 0,90%.

Estudos avaliando a resposta dos suínos à ractopamina demonstram que esta pode ser influenciada pelo tempo de uso do aditivo. Schinckell et al. (2000), relataram que a ractopamina tem sido mais eficaz quando administrada nos últimos 28 dias que antecedem o abate, uma vez que essa fase de criação é caracterizada pelo aumento da deposição de gordura e piora na conversão alimentar.

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

Kiefer & Sanches (2009), em estudo de metanálise proveniente do resultado de 18 experimentos com 2.991 suínos em terminação, alimentados com dietas contendo níveis de lisina digestível 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 com a elevação das concentrações de lisina na ração. Entretanto, Almeida et al. (2010), Souza et al. (2011) e Rikard-Bell et al. (2013) não verificaram aumento do ganho de peso diário dos suínos em função dos diferentes níveis de lisina com a suplementação de ractopamina.

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. Em contrapartida, Souza et al. (2011) e Rikard-Bell et al. (2013) 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.

Tem sido relatada na literatura que a melhora na conversão alimentar dos animais pode ser atribuída 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).

Em estudo de metanálise, realizado por Kiefer & Sanches (2009) e Andretta et al. (2011) foi relatada a influência positiva dos níveis de lisina sobre as características de carcaça dos suínos alimentados com rações contendo 10 e 20 ppm de ractopamina.

Marinho et al. (2007) observaram melhorias no desempenho e nas características de carcaça de animais em terminação com a suplementação de ractopamina durante 21 dias pré-abate.

Almeida et al. (2010 a), verificaram melhora no ganho de peso médio diário e na conversão alimentar de suínos em terminação suplementados com 5 ppm de ractopamina, sem, no entanto, afetar o consumo de ração.

Estudando a interação de dois níveis de lisina digestível (0,67 e 0,87%) e ractopamina (0 e 5 ppm), Marinho et al. (2007) observaram aumento na profundidade de lombo de suínos machos castrados com aproximadamente 85 kg foi maior em rações com ractopamina contendo 0,87% de lisina digestível.

Agostini et al. (2011) também observaram diminuição linear da conversão alimentar dos suínos machos castrados alimentados com ractopamina, quando avaliaram os níveis de inclusão de 10 e 20 ppm, mas não observaram variação nos parâmetros de carcaça a medida que se aumentou a inclusão de ractopamina.

Sanches et al. (2010 a) avaliaram o nível de inclusão de ractopamina (0, 5, 10 e 20 ppm) sobre os parâmetros de desempenho de suínos mantidos em conforto térmico e observaram aumento linear do ganho de peso diário e diminuição da conversão

alimentar e, ainda, diminuição da espessura de toucinho e aumento da profundidade de músculo e da porcentagem de carne magra na carcaça.

Tem sido apontado que animais tratados com ractopamina apresentam melhora em torno de 12% na conversão alimentar, o que proporciona, também, aumento do ganho de peso diário, bem como aumento do peso final (Marinho et al., 2007; Sanches et al., 2010 b).

Sanches et al. (2010 b) estudaram níveis de inclusão de ractopamina nas dietas de suínos em terminação criados em condição de estresse por calor e observaram aumento do peso final, ganho de peso diário e diminuição da conversão alimentar, sem, contudo, observarem efeito sobre os parâmetros de carcaça. Isso indica que os suínos, mesmo criados em condições de estresse térmico, podem responder de forma similar à inclusão da ractopamina nas dietas, quando comparados a animais criados em conforto térmico em relação aos parâmetros de desempenho. Entretanto, em relação à carcaça, podem ocorrer diferenças.

Gonçalves et al. (2016), avaliando suínos machos castrados em terminação, com dietas suplementadas com níveis crescentes de ractopamina (5, 10 e 20 ppm), não observaram diferenças no desempenho e nas características quantitativas de carcaça para os diferentes níveis.

Em geral, a ractopamina age aumentando o ganho de peso e a taxa de deposição de tecido muscular, o rendimento de carcaça e, conseqüentemente, melhorando a eficiência alimentar (Arouca et al., 2007; Cantarelli et al., 2009; Gonzalez, et al., 2009; Almeida et al., 2010).

2.2.3 Ractopamina e qualidade de carne

A indústria tende a considerar como itens de qualidade: percentagem de carne magra, rendimento de cortes; acabamento de carcaça (em especial apara de excesso de gordura), entre outros. Os consumidores avaliam os aspectos nutricionais, aparência, e os relacionados à satisfação de consumo, sendo estes diretamente responsáveis pela aquisição (Beermann, 2002).

A qualidade de carne está relacionada com a capacidade de retenção de água, pH, grau de gordura de cobertura e características do tecido conjuntivo e da fibra muscular (Pardi et al., 2001). Algumas pesquisas têm demonstrado aumento na resistência ao corte na carne proveniente de suínos alimentados com dietas contendo ractopamina. Esse fato pode ser devido ao aumento do diâmetro da fibra muscular proporcionado pela ractopamina (Uttaro et al., 1993).

Walker et al. (1989) e Moloney & Beermann (1996) observaram que a força de cisalhamento é maior quanto maior for a inclusão de β -agonista, tornando a carne mais dura. Os efeitos anabólicos da ractopamina incluem a hipertrofia de fibras brancas e intermediárias, justificando o aumento do diâmetro das fibras musculares e o conseqüente aumento da massa muscular.

Koohmaraie (1992) relatou que o principal sistema proteolítico relacionado com a maciez da carne é denominado calpaínas, proteínas que contêm, no sítio ativo, um resíduo de cisteína, produzidas pelos músculos como pró-enzimas que são ativadas pelo cálcio, tendo três componentes principais: calpaínas tipo I e tipo II, e calpastatinas, que têm a função de inibir as calpaínas. Entre espécies, quanto maior a atividade da calpastatina, maior a força de cisalhamento, sendo que a espécie bovina apresenta maior atividade da calpastatina em relação à espécie suína. A enzima calpastatina age inibindo a ação das calpaínas, que são enzimas proteolíticas *post-mortem*.

De acordo com Parr et al. (2004), a calpastatina possui sítios de fosforilação para sua ativação, que são dependentes de estímulos desencadeados por β -agonistas. Assim, animais recebendo ractopamina podem apresentar maior ação da calpastatina, levando ao aumento da dureza da carne.

O desempenho e as características de carcaça, de forma geral, são melhores com a utilização de ractopamina. Em relação à influência da inclusão de ractopamina sobre os parâmetros de qualidade da carne, os resultados são muito controversos. Alguns autores, como Stoller et al. (2003); Bridi et al. (2006) e Ferreira et al (2013) não observaram alterações negativas na qualidade da carne, enquanto Utarro et al. (1993), Carr et al. (2005) e Agostini et a. (2011) observaram piora na qualidade da carne, principalmente no que se refere à maciez.

Em uma revisão sobre o uso da ractopamina em dietas para suínos, Campos et al. (2013) descreveram que, na maioria dos estudos atuais, a ractopamina exerce influência em alguns parâmetros relacionados à qualidade da carne, principalmente com aumento da força de cisalhamento e alteração de alguns parâmetros de cor como a^* e b^* .

Pesquisas com suínos suplementados com ractopamina têm demonstrado redução significativa dos valores de a^* e b^* (Carr et al. 2005; Fernández-Dueñas et al. 2008). Entretanto, Armstrong et al. (2004) e Bridi et al. (2006) não observaram efeito da utilização de 5, 10 ou 20 ppm de ractopamina em dietas para suínos na coloração da carne.

Ramos & Silveira (2002) relataram que a carne de animais suplementados com ractopamina possui aspecto DFD (dark, firm and dry - escura, firme e seca), devido à insuficiente acidificação no período *post-mortem*. Este processo pode ocorrer devido ao fato dos animais suplementados com ractopamina poderem apresentar o pH final da carne mais elevado, retendo mais água no músculo, o qual fica estruturado e de

coloração escura, tanto pela menor refração de luz quanto pela maior ação enzimática (Herr et al., 2000; Bridi et. al., 2006).

Ao avaliarem níveis de suplementação de ractopamina (0, 10 e 20 ppm) em dietas para suínos machos castrados e fêmeas em terminação e sua influência sobre a qualidade da carne, Agostini et al. (2011) não observaram efeito de interação da ractopamina com o sexo, não verificaram efeito da ractopamina no pH inicial e final da carne, na força de cisalhamento e nas perdas de água (descongelamento, gotejamento e cocção), porém verificaram menor valor de a^* e maior diâmetro da fibra em animais suplementados com 20 ppm de ractopamina.

Athayde et al. (2012), analisando a suplementação de ractopamina (0, 5 ou 10 ppm) em dietas para suínos machos castrados ou fêmeas em terminação, não encontraram diferenças para o pH inicial e final, perda de água por gotejamento e valores de L^* e b^* . Entretanto, Boler et al. (2010) observaram diminuição do valor de L^* para os animais suplementados com ractopamina e Fernández-Dueñas et al. (2008) observaram que a suplementação de 10 ou 20 ppm de ractopamina nas dietas promoveu redução dos valores de b^* .

Athayde et al. (2012) relataram, ainda, que animais suplementados com 10 ppm de ractopamina apresentaram valores de a^* (vermelho) inferiores, quando comparados aos animais que não foram suplementados com esse aditivo. A diminuição do valor de a^* da carne dos animais suplementados com ractopamina pode ser explicada pela ação desse aditivo em reduzir a quantidade de mioglobina oxigenada na carne, levando-a a ter uma coloração menos vermelha.

Segundo Armstrong et al. (2004), a diferença encontrada na literatura em relação aos resultados observados para o efeito da suplementação de ractopamina sobre os parâmetros de cor da carne suína pode ser atribuída aos diferentes equipamentos

utilizados para a descrição física da cor, bem como aos diferentes tipos de escalas, cada uma com seu diâmetro da abertura e ângulo de observação.

Almeida et al. (2010) não observaram efeito de interação entre o nível de ractopamina *versus* o nível de cromo-metionina para nenhuma das variáveis de qualidade de carne. Ao avaliarem a adição de ractopamina, cromo-metionina e suas combinações em dietas para suínos nas fases de crescimento e terminação, observaram efeito da suplementação de 5 ppm de ractopamina na cor para as intensidades de vermelho e amarelo, as quais foram menores em animais que receberam 5 ppm de ractopamina nas dietas. Estes mesmos autores relataram menor perda por gotejamento da carne nestes mesmos animais e também que o pH final não foi influenciado pela adição de ractopamina.

Um dos efeitos da ractopamina sobre a síntese proteica ocorre pela ligação aos receptores de membrana, aumentando o diâmetro das fibras musculares, podendo o aumento da síntese proteica ser devido ao resultado da maior expressão gênica das miofibrilas, observada em suínos geneticamente melhorados para produção de carne magra, conforme descrito por Aalhus et al. (1992).

Bridi et al. (2006), avaliando suínos machos castrados e fêmeas homozigoto dominante para o gene halotano (Hal NN) e heterozigoto (Hal Nn.), suplementadas ou não com ractopamina, verificaram que o uso de 10 ppm de ractopamina na ração não afetou os valores de pH inicial e final da carne, a temperatura da carcaça 45 minutos após o abate, o grau de marmoreio, a maciez da carne, os parâmetros de perda de água e coloração da carne.

Warris et al. (1990) relataram aumento da capacidade de retenção de água da carne de animais tratados com ractopamina. Conforme Crome et al. (1996), este efeito deve-se à menor deposição de gordura e à maior deposição proteica. Esta alta

capacidade de retenção de água apresenta maior succulência e melhores características organolépticas (MOURA et al. 2011)

Athayde et al. (2012) verificaram menor perda de água por cocção e maior força de cisalhamento no nível de 10 ppm de ractopamina. Observaram, também, diminuição do escore visual de marmorização com a inclusão de ractopamina, havendo diferença entre os animais do grupo controle (0 ppm) e os que receberam 10 ppm de ractopamina, recomendando, portanto, a inclusão de 5 ppm de ractopamina em dietas para suínos em terminação. Entretanto, alguns trabalhos não demonstram influência da ractopamina na maciez da carne de suínos (Bridi et al., 2006; Ferreira et al., 2013; Garbossa et al., 2013).

Uma metanálise conduzida por Apple et al. (2007) mostraram que a força de cisalhamento aumentou em 4.4, 10.9 e 8.6% quando os animais foram suplementados com 5, 10 e 20 ppm de ractopamina, respectivamente. Através de análise sensorial, foi demonstrada menor maciez para animais recebendo ractopamina, o que está de acordo com os maiores valores de força de cisalhamento.

Para força de cisalhamento, Warris et al. (1990) e Wood et al. (1994) observaram que suínos que consumiram ractopamina apresentaram carne mais dura, como resultado do aumento do diâmetro das fibras musculares ou, possivelmente, pela redução da atividade da enzima proteolítica calpaína, que, em decorrência do aumento da eficiência de crescimento magro, apresenta-se mais baixa, resultando em menor degradação *post-mortem* da proteína miofibrilar (Lonergan et al., 2010).

Embora Aalhus et al. (1990), Uttaro et al. (1993) e Carr et al. (2005) tenham observado redução da maciez da carne suína, em suínos suplementados com ractopamina, Merkel et al. (1990) e Stoller et al. (2003) relataram não haver diferença na maciez da carne suína de animais alimentados com dietas contendo ou não este aditivo.

Agostini et al. (2011), avaliando níveis de suplementação de ractopamina (0, 10 e 20 ppm) em dietas para suínos machos castrados e fêmeas na fase de terminação e sua influência sobre a qualidade de carne, não observaram efeito de interação da ractopamina com a classe sexual. Contudo, verificaram menor valor de a^* , maior diâmetro da fibra e menor taxa de marmoreio em animais suplementados com 20 ppm de ractopamina na dieta. Entretanto, a oxidação lipídica, medida pelo índice de TBARS, não foi influenciada por nenhum dos níveis de adição de ractopamina nas dietas.

Nos animais não ruminantes, como o suíno, os ácidos graxos da ração são depositados diretamente nos tecidos, sem modificação química e, dessa forma, é possível influenciar a composição de ácidos graxos da carne por meio das dietas. Neste sentido, a ractopamina tem sido utilizada, uma vez que promove o redirecionamento de nutrientes, provendo aumento da síntese proteica e lipólise e diminuição da lipogênese (Ferreira et al., 2013).

Weber et al. (2006), avaliando a inclusão de 10 ppm de ractopamina às dietas de suínos em terminação, verificaram que este valor não influencia a composição dos ácidos graxos. Por outro lado, Carr et al. (2005) observaram que a suplementação com ractopamina influencia os teores de ácidos graxos da gordura subcutânea, causando diminuição da quantidade de ácidos graxos saturados e aumento da poliinsaturação de lipídios da carne suína, podendo alterar o perfil de ácidos graxos da carne, tornando-o mais insaturado, o que poderá aumentar a ocorrência de oxidação lipídica, comprometendo a qualidade organoléptica, podendo levar à rejeição da carne por parte dos consumidores (Appel et al., 2007).

De acordo com Agostini et al. (2011), a taxa de marmoreio foi menor em animais que receberam o maior nível do agonista, ocorrendo redução do valor do marmoreio de acordo com o aumento dos níveis de ractopamina, o que pode ser indicativo do aumento do diâmetro das fibras musculares associado à redução da

lipogênese e ao aumento da lipólise do tecido adiposo, ações específicas conferidas pelo agonista.

Rossi et al. (2010), analisando suínos machos castrados e fêmeas em terminação, e adição de ractopamina nas dietas (0, 10 ou 20 ppm), verificaram que a utilização da ractopamina na alimentação de suínos aumentou os teores de proteína e umidade e diminuiu a quantidade de lipídios, bem como alterou o perfil de ácidos graxos insaturados do músculo *Longissimus dorsi*, com aumento da quantidade de ácido linoleico e diminuição de araquidônico, independentemente da classe seual.

Garbossa et al. (2013) também não verificaram efeito da adição de ractopamina na oxidação lipídica do músculo *Longissimus dorsi* de suínos, Porém, observaram aumento da oxidação em relação ao tempo de armazenamento.

Em análise sensorial da carne por Agostini et al. (2011), não foi observada diferença entre os níveis de ractopamina. Entretanto, a maior pontuação em valores absolutos foi para a carne de animais que não receberam suplementação de ractopamina na dieta. Quanto à análise sensorial, não foi observada diferença para os níveis de ractopamina, classe sexual e interação entre os fatores.

Watanabe et al. (2012), avaliando a qualidade física, química e sensorial, além do perfil de ácidos graxos da carne de fêmeas suínas alimentadas com dietas com 0, 5, 10 ou 15 ppm de ractopamina, não observaram efeito sobre o pH, a capacidade de retenção de água, a força de cisalhamento, a cor (L*, a*, b*) e a oxidação lipídica, a composição em ácidos graxos e a proporção de ácidos graxos saturados e insaturados das amostras do músculo *Longissimus dorsi* de fêmeas suínas. Ao realizarem a análise sensorial, os autores não observaram diferença entre as amostras para os parâmetros de sabor, textura e aceitação geral.

2.2.4 Considerações

Diante da variabilidade de resultados apresentados na literatura a respeito da utilização de lisina e ractopamina em dieta para suínos em terminação torna-se importante avaliar as quantidades necessárias de lisina digestível em dietas com e sem ractopamina para suínos machos castrados e fêmeas em fase final de terminação mantidos na zona de conforto térmico e consumindo quantidades iguais de alimento.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AALHUS, J.L.; JONES, S.D.; SCHAEFER, S.D.M.; TONG, A. K. W.; ROBERTSON, W. M.; MERRILL, J. K.; MURRAY, A. C. The effect of ractopamine on performance, carcass composition and meat quality of finishing pigs. **Canadian Journal of Animal Science**, v.70, p.943-952, 1990.

AALHUS, J. L.; SCHAEFER, A. L.; MURRAY, A. C.; JONES, S. D. The effect of ractopamine on myofibre distribution and morphology and their relation to meat quality in swine. **Meat Science**, v.31, p.397-409, 1992.

ABREU, M.L.T.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M.; OLIVEIRA, A.L.S.; SANTOS, F.A.; PEREIRA, A.A. Níveis de lisina digestível em rações, utilizando-se o conceito de proteína ideal, para suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne magra na carcaça dos 60 aos 95 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.54-61, 2007.

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

ALMEIDA, E.C.; FIALHO, E.T.; RODRIGUES, P.B.; ZANGERONIMO, M.G.; LIMA, J.A.F.; FONTES, D.O. Ractopamine and lysine levels on performance and

- carcass characteristics of finishing pigs. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1961-1968, 2010 a.
- ALMEIDA, V.V.; BERENCHTEIN, B.; COSTA, L.B.; TSE, M.L.P.; BRAZ, D.B.; MIYADA, V.S. Ractopamina, cromo-metionina e suas combinações como aditivos modificadores do metabolismo de suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.39, p.1969-1977, 2010 b.
- ALMEIDA, V. V., NUÑEZ, A. J. C., SCHINCKEL, A. P., ANDRADE, C., BALIEIRO, J. C. C., SBARDELLA, M., & MIYADA, V. S. Time-response relationship of ractopamine feeding on growth performance, plasma urea nitrogen concentration, and carcass traits of finishing pigs. **Journal of animal science**, v.91, p.811-818, 2013.
- ANDRETTA, I., LOVATTO, P. A., SILVA, M. K. D., LEHNEN, C. R., LANFERDINI, E., & KLEIN, C. C. Relationship among ractopamine, nutritional variables and performance in pigs: a meta-analytic study. **Ciência Rural**, v.41, p.186-191, 2011.
- APPLE, J. K., RINCKER, P. J., MCKEITH, F. K., CARR, S. N., ARMSTRONG, T. A., & MATZAT, P. D. Review: Meta-analysis of the ractopamine response in finishing swine. **The Professional Animal Scientist**, V.23, p.179-196, 2007.
- ARMSTRONG, T.A.; IVERS, D.J.; WAGNER, J.R.; ANDERSON, D.B.; WELDON, W.C.; BERG, E.P. The effect of dietary ractopamine concentration and duration of feeding on growth performance, carcass characteristics, and meat quality of finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.82, p.3245-3253, 2004.
- AROUCA, C.L.C.; FONTES, D.O.; FERREIRA, W.M.; SILVA, M.A.; PEREIRA, F.A. Exigências de lisina, com base no conceito de proteína ideal, para suínos machos castrados, de 95 a 122kg, selecionados para deposição de carne magra. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, n.6, p.773-781, 2004.
- AROUCA, C.L.C; FONTES, D.O.; VELOSO, J.A.F.; MOREIRA, H.F.V.; MARINHO, P.C. Exigências de lisina, com base no conceito de proteína ideal, para suínos machos castrados, de 95 a 122kg, selecionados para deposição de carne magra.

Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.57, n.1, p.104-111, 2005.

AROUCA CLC, FONTES DO, BAIÃO NC, SILVA MA, SILVA FCO. Níveis de lisina para suínos machos castrados selecionados geneticamente para deposição de carne magra na carcaça dos 95 aos 122 kg. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, p. 531-539, 2007.

ASMUS, M. 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**, 2014.

ATHAYDE, N.B.; DALLA COSTA, O.A.; ROÇA, R.O.; GUIDONI, A.L.; LUDTKE, C.B.; LIMA, G.J.M.M. Meat quality of swine supplemented with ractopamine under commercial conditions in Brazil. **Journal of Animal Science**, v.90, p.4604-4610, 2012

BALL, M. E. E.; MAGNOWAN, E., MCCRACKER; K. J., BEATTIE; V. E.,; BRADFORD, R.; GORDON, F. J. and HENRY, W. 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**, v.26, p.564 2013.

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

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

BELLAVER, C.; FIALHO, E.T.; FÁVERO, J.; AJALA, L.C.; NETO, J. S.;. Níveis de ractopamina na dieta e efeitos sobre o desempenho e características de carcaça de suínos em terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26, p.1795-1802, 1991.

BOLER, D.D.; HOLMER, S.F.; DUNCAN, D.A.; CARR, S.N.; RITTER, M.J.; STITES, C.R.; PETRY, D. B.; HINSON, R. B.; ALLES, G. L.; MCKEITH, F. K.

- and KILLEFER, J.; Fresh meat and further processing characteristics of ham muscles from finishing pigs fed ractopamina hydrochloride. **Journal of Animal Science**, v.89, p. 210-220. 2010.
- BRIDI, A. M; SILVA, C. A. e SHIMOKOMAKI, M. Uso da ractopamina para o aumento de carne na carcaça de suíno. **Revista Nacional da Carne**, v.1, n.307, p.91-94, 2002.
- BRIDI, A.M.; OLIVEIRA, A.R.; FONSECA, N.A.N.; FONSECA, N.; SHIMOKOMAKI, M.; COUTINHO, L. L. e SILVA, C. A.; Efeito do genótipo halotano, da ractopamina e do sexo do animal na qualidade da carne suína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.2027-2033, 2006.
- CAMPOS, P.F.; SCOTTÁ, B.A.; OLIVEIRA, B.L. de. Influência da ractopamina na qualidade da carne de suínos. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.3, p.164-172, 2013.
- CANTARELLI, V.S.; FIALHO, E.T.; ALMEIDA, E.C.; ZANGERONIMO, M.G.; AMARAL, N.O.; LIMA, J.A.F. Características da carcaça e viabilidade econômica do uso de cloridrato de ractopamina para suínos em terminação com alimentação à vontade ou restrita. **Ciência Rural**, v.39, p.844-851, 2009.
- CARR, S.N.; RINCKER, P.J.; KILLEFER, J.; BAKER, D. H.; ELLIS, M.; MCKEITH, F. K.; Effects of different cereal grains and ractopamina hydrochloride on performance, carcass characteristics, and fat quality in late-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 83, p. 223-230, 2005.
- CHA, M. C., & PURSLOW, P. P. Expressions of matrix metalloproteinases and their inhibitor are modified by beta-adrenergic agonist Ractopamine in skeletal fibroblasts and myoblasts. **Journal of Animal Science**, v. 92, p.159-166 2012.
- CORASSA, A., KIEFER, C., & NIETO, V. M. O. S. Levels of digestible lysine in diets with ractopamine for finishing pigs. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.14, p.485-489, 2013.

- COSTA-LIMA, B. R., CANTO, A. C., SUMAN, S. P., CONTE-JUNIOR, C. A., SILVEIRA, E. T., & SILVA, T. J. Sex-specific effect of ractopamine on quality attributes of pork frankfurters. **Meat science**, v.96, p.799-805, 2014.
- CROME, P.K.; McKEITH, F.K.; CARR, T.R. et al. Effect of ractopamine on growth performance, carcass composition, and cutting yields of pigs slaughtered at 107 and 125 kilograms. **Journal of Animal Science**, v.74, n.4, p.709-716, 1996.
- DUNSHEA, F.R.; KING, R.H. and CAMPBELL, R. G. Interrelationships between dietary protein and ractopamine on protein and lipid deposition in finishing gilts. **Journal of Animal Science**, v.71, p.2931-2941, 1993.
- FERNÁNDEZ-DUEÑAS, D.M.; MYERS, A.J.; SCRAMLIN, S. M.; PARKS, C. W.; CARR, S. N.; KILLEFER, J.; MCKEITH, F. K.; Carcass, meat quality, and sensory characteristics of heavy weight pigs fed ractopamina hydrochloride (Paylean ®). **Journal of Animal Science**, v. 86, p. 3544-3550, 2008.
- FERREIRA, A. S. OLIVEIRA JUNIOR, G. M. ; SILVA, F. C. O. ; OLIVEIRA, R. F. M. ; SILVA, E. P. . Ractopamine for Pigs: A Review about Nutritional Requirements. **Journal of Basic & Applied Sciences**, v. 9, p. 276-285, 2013.
- FRIESEN, K.G.; NELSSSEN, J.L.; GOODBAND, R.D.; TOKACH, M. D.; UNRUH, J. A.; KROPF, D. H.; KERR, B. J.; Influence of dietary lysine on growth and carcass composition of high-lean-growth gilts fed from 34 to 72 kilograms. **Journal of Animal Science**, v.72, p.1761-1770, 1994.
- GARBOSSA, C.A.P.; SOUZA, R.V.; CANTARELLI, V. S.; PIMENTA, M. E. S. G.; ZANGERONIMO, M. G.; SILVEIRA, H.; KURIBAYASHI, T. H.; CERQUEIRA, L. G . S.; Ractopamine levels on performance, carcass characteristics and quality of pig meat. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.42, p.325-333, 2013.
- GATTÁS, G.; SILVA, F. C. O.; BARBOSA, F. F.; DONZELE, S. L.; FERREIRA, S.; OLIVEIRA, R. F. M.; Níveis de lisina digestível em dietas para suínos machos castrados dos 60 aos 100 dias de idade. **Revista Brasileira de zootecnia**, vol.41 n.1 p.91-97, 2012.

- GONÇALVES, L. M. P.; KIEFER, L.; SOUZA, K. M. R.; MARÇAL, D. A.; ABREU, R. C.; NIETO, V. M. O. S.; RODRIGUES, G. P.; ALENCAR, S. A. S.; Net energy and ractopamine levels for borrods weighing 70 to 100kg. **Ciência Rural**, vol.46,n.7, 2016.
- GONZALEZ, J.M.; JOHNSON, S.E.; THRIFT, T.A.; SAVELL, J. D.; OUELLETTE, S. E.; JOHNSON, D.D.; Effect of ractopamine-hydrochloride on the fiber type distribution and shelf-life of six muscles of steers. **Journal of Animal Science**, 87, p. 1764-1771, 2009.
- GREIFE, H. A.; KLOTZ, G.; BERSCHAUER, F. Effects of the phenethanolamine clenbuterol on protein and lipid metabolism in growing rats. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Berlim, v. 61, p. 19-27, 1989.
- HERR, C.T.; YAKE, W.; ROBSON, D. C.; KENDALL, D. C.; SCHINCEL, A. P.; RICHERT, B. T.; Effect of nutrition level while feeding Paylean to late-finishing pigs. **Purdue University Swine Day Report**, v.21, p.89-95, 2000.
- KIEFER, C., & SANCHES, J. F. . Meta-analysis of the ractopamine levels in diets for finishing pigs. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1037-1044, 2009.
- KOOHMARAIE, M. Ovine skeletal muscle multicatalytic proteinase complex (proteasome): purification, characterization, and comparison of its effect on myofibrils with mcalpain. **Journal of Animal Science**., v.70, p.3697-3708.,1992.
- LEHNINGER, A. L. ; NELSON, D. L. ; COX, M. M.. 2007 **Princípios de bioquímica**. 4. ed. São Paulo: Sarvier, p.1232.
- LONERGAN, H. E., ZHANG, W., & LONERGAN, S.M. Biochemistry of postmortem muscle- Lessons on mechanisms of meat tenderization. **Meat Science**, v.86, p.184-195, 2010.
- MARINHO, P.C.; FONTES, D.O.; SILVA, F.C.O.; SILVA, M.A.; PEREIRA, F.A.; AROUCA, C.L.C. Efeito dos níveis de lisina digestível e da ractopamina sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos machos castrados em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1791-1798, 2007.

- MERKEL, R. A.; BABIKER, A. S.; SCHROEDER, A. L.; BURNETT, R. J.; BERGEN, W. G. The effect of ractopamine on qualitative properties of porcine longissimus muscle. **Journal of Animal Science**, v. 68, p. 336, 1990.
- MERSMANN, H. J. Overview of the effects of α -adrenergic receptor agonists on animal growth including mechanisms of action. **Journal of Animal Science**, v.76, p.160-172, 1998.
- MILLS, S.E. Biological basis of the ractopamine response. **Journal of Animal Science**, v. 80, p.28-32, 2002.
- MOLONEY, A. P.; BEERMANN, D. H. Mechanisms by which β -adrenergic agonists alter growth and body composition in ruminants. **Residues of veterinary drugs and mycotoxins in animal products**. Wageningen: Wageningen Press, 1996. p. 124-136.
- MOORE, K. L., DUNSHEA, F. R., MULLAN, B. P., HENNESSY, D. P., & D'SOUZA, D. N. Ractopamine supplementation increases lean deposition in entire and immunocastrated male pigs. **Animal Production Science**, 49, 1113-1119, 2009.
- MORAES, E.; KIEFER, C. SILVA, I.S. Ractopamina em dietas para suínos machos imunocastrados, castrados e fêmeas. **Ciência Rural**, v. 40, n. 2, p. 409-414, 2010.
- MOREIRA, I., GASPAROTTO, L.F., FURLAN, A. C.; PATRÍCIO, V. M. I.; OLIVEIRA, G. C.; Exigência de lisina para machos castrados de dois grupos genéticos de suínos na fase de terminação, com base no conceito de proteína ideal. **Rev. Soc. Bras. Zoot.**, v. 31, p. 96-103, 2002.
- MOURA, M.S., KIEFER, C., SILVA, C.M.; SANTOS, A. P.; FANTINIL, C. C.; LUCAS, L. S.; Energia líquida e ractopamina para leitoas em terminação sob altas temperaturas ambientais. **Ciência Rural**, v.41, n.5, p.888-894, 2011.
- NRC. 2012. Nutrient Requirements for Swine. 11th ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC.
- OLIVEIRA, A.L.S.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M.; FERREIRA, A. S.; MOITA, A. M. S.; GENEROSO, R. A. R.; Lisina em rações para suínos machos

- castrados selecionados para deposição de carne magra na carcaça dos 110 aos 125 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.1, p.150-155, 2003 a.
- OLIVEIRA, A.L.S.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M.; LOPES, D.C.; MOITA, A.M.S.; SILVA, F.C.O.; FREITAS, L.S. Lisina em rações para suínos machos castrados selecionados para deposição de carne magra na carcaça dos 95 aos 110 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.337-343, 2003 b.
- PARDI, M.; SANTOS, I.F.S.; SOUZA, E.R. 2001 **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne**. 2.ed. Goiânia: Editora UFG, 2001. V. 1-2., p.483.
- PARR, T. et al. Expression of calpastatina isoforms in muscle and functionality of multiple calpastatina promoters. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v.427, n.1, p.8-15, 2004.
- PEREIRA, F.A.; FONTES, D.O.; SILVA, F.C.O.; FERREIRA, W. M.; LANNA, A. M.; CORRÊA, M. Q.; SILVA, G. S. S.; MARINHO, P. C.; AROUCA, C. L. C.; SALUM, G. M.; Efeitos da ractopamina e de dois níveis de lisina digestível na dieta sobre o desempenho e características de carcaça de leitoas em terminação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.4, p.943-952, 2008
- PÉREZ, A., OBISPO, N. E., PALMA, J., & CHICCO, C. F. 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 2006.
- QUIRKE, J. F.; ALLEN, P.; MOLONEY, A. P.; SOMMER, M.; HANRAHAN, J. P.; SHEEHAN, W.; ROCHE, J. Effects of the beta-agonist cimaterol on blood metabolite and hormone concentrations, growth and carcass composition in finishing Friesian steers. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Berlin, v. 60, p. 128-136. 1988.
- RAMOS, F. & SILVEIRA, M.I.N. Agonistas adrenérgicos e produção animal. II. Relação estrutura, atividade e farmacocinética. **Revista Portuguesa de Ciências** 2001
- RIKARD-BELL, C. V., PLUSKE, J. R., VAN BARNEVELD, R. J., MULLAN, B. P., EDWARDS, A. C., GANNON, N. J., DUNSHEA, F. R. 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, 8-17, 2013.

ROSSI, C.A.R., LOVATTO, P.A., LENHEN, C.R.; ANDRETTA, I.; CERON, M. S.; LOVATO, G. D.; Alimentação de suínos em terminação com dietas contendo extratos cítricos e ractopamina: características químicas e perfil de ácidos graxos do músculo *longissimus dorsi*. **Arquivos de Veterinária**, v.26, p.95-103, 2010.

Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: composição de Alimentos e Exigências Nutricionais. 2011, 3.ed. Viçosa:UFV, 252p.

RULE, D. C., SMITH, S. B.; MERSMANN, H. J. Effects of adrenergic agonists and insulin on porcine adipose tissue metabolism in vitro. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 65, p. 136-140, 1987.

SAINZ, R.D.; ARAUJO, F.R.C. Tipificação de carcaças de bovinos e suínos. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES**, 1., 2001, São Pedro. Anais. Campinas: Centro de Tecnologia de Carnes do Instituto de Tecnologia de Alimentos, 2001. p.26-55.

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

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

SCHINCKEL, A.P.; RICHERT, B.T. and KENDALL, D.C. Modeling the response to Paylean® and dietary lysine requirements. **Swine Research Report**, Purdue, 2000.

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

- 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 MORAIS, J. A. Lisina digestível para suínos machos castrados submetidos a estresse por calor dos 95 aos 115 kg. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.14, 2013.
- SOUZA, E. D. O., HAESE, D., KILL, J. L., HADDADE, I. R., LACERDA, E. D. G., SARAIVA, A., SOBREIRO, R. P. Digestible lysine levels in diets supplemented with ractopamine. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 40, 2186-2191, 2011.
- STOLLER, G. M.; ZERB, H. N.; MOELLER, S. J.; BAAS, T. J.; JOHNSON, C.; WATKINS, L. E.; The effect of feeding ractopamine (Paylean) on muscle quality and sensory characteristics in three diverse genetic lines of swine. **Journal of Animal Science**, v. 81, p. 1508-1516, 2003.
- UTTARO, B. E., BALL, R. O., DICK, P. et al. Effect of ractopamine and sex on growth, carcass characteristics, processing yield, and meat quality characteristics of crossbred swine. **Journal of Animal Science**, v.71, p. 2439–2449, 1993.
- WALKER, W.R.; JOHNSON, D. D.; BRENDemuHL, J. H.; DARYMPLE, R. H, CAMBS, G. E.; et al. Evaluation of cimaterol for finishing swine including a drug withdrawal period. **Journal of Animal Science**, v.67, p.168 – 176, 1989.
- WARRISS, P.D.; BROWN, S.N.; ROLPH, T.P.; KESTIN, S. C.; Interactions between the beta adrenergic agonist salbutamol and genotype on meat quality in pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, p. 3669-3676, 1990.
- WATANABE, P.H., THOMAZ, M.C., PASCOAL, L.A.F.; RUIZ, U. S.; DANIEL, E.; AMORIN, A. B.; CRISTANI, J.; CASTRO, F. F.; Qualidade da carne de fêmeas suínas alimentadas com diferentes concentrações de ractopamina na dieta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.**, v.64, p.1381-1388, 2012.
- WEBER, T. E., B. T. RICHERT, M. A. BELURY, Y.; GU, Y.; ENRIGHT, K.; SCHINCKEL, A. P.; Evaluation of the effects of dietary fat, conjugated linoleic acid, and ractopamine on growth performance, pork quality, and fatty acid profiles in genetically lean gilts. **Journal of Animal Science**, v.84:720–732, 2006.

WEBSTER, M. J., GOODBAND, R. D., TAKACH, M. D., NELSEN, J. L., DRITZ, S. S., UNRUH, J. A., ... & MASTELLER, T. A. Interactive effects between ractopamine hydrochloride and dietary lysine on finishing pig growth performance, carcass characteristics, pork quality, and tissue accretion. **The Professional Animal Scientist**, 23(6), 597-611. 2007.

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

WOOD, J. D.; ENSER, M.; FISHER, A.V.; NUTE, G.R.; SHEARD, P.R.; RICHARDSON, R.I.; HUGHES, S.I.; WHITTINGTON, F.M. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. **Meat Science**, v. 78, p. 343–358, 2008.

CAPÍTULO II

Lisina digestível para suínos machos castrados na fase final de terminação em zona de conforto térmico

(O artigo foi formatado de acordo com as normas para publicação na Revista Brasileira de Zootecnia – RBZ e adaptado para leitura de teses da Universidade Federal de Viçosa)

RESUMO: Objetivando-se avaliar os níveis de lisina digestível em dietas para suínos machos castrados na fase final de terminação e mantidos em zona de conforto térmico, foram utilizados 45 suínos, machos castrados, híbridos comerciais, com peso inicial de $95 \text{ kg} \pm 1,2 \text{ kg}$, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e nove repetições, com um animal por unidade experimental. Os tratamentos usados foram 21,7; 24,8; 27,9; 31,0 e 34,0 gramas de lisina digestível nas dietas para suínos em terminação por 21 dias. Foi fornecida a mesma quantidade de dieta para os suínos de todos os tratamentos. Os níveis de lisina digestível não afetaram os parâmetros de desempenho, bem como as características de carcaça e de qualidade de carne. A quantidade de lisina digestível em dietas para suínos machos castrados, em zona de conforto térmico, na fase final de terminação é de 21,7 g/dia

Palavras chave: características de carcaça, consumo igual de ração, desempenho, qualidade de carne, quantidade de lisina

ABSTRACT: Aiming to evaluate the digestible lysine levels in diets for barrows in the final finishing phase and kept in thermal comfort zone, we used 45 pigs, barrows, commercial hybrids, with initial weight of $95 \text{ kg} \pm 1.2 \text{ kg}$, distributed in a completely randomized design with five treatments and nine replications, with one animal per experimental unit. The treatments were 21.7; 24.8; 27.9; 31.0 and 34.0 grams of digestible lysine in diets for finishing pigs for 21 days. Was provided the same amount of diet for pigs of all treatments. The lysine levels did not affect the performance parameters and carcass traits and meat quality. The amount of lysine in diets for barrows in thermal comfort zone, the final termination phase is 21.7 g / day

Keywords: carcass characteristics, equal feed intake, performance, meat quality, quantity of lysine

1. INTRODUÇÃO

A lisina tem sido considerada como o primeiro aminoácido limitante, principalmente em dietas à base de milho e farelo de soja para suínos devido ao metabolismo de deposição de tecido magro. Entretanto, os níveis de lisina sugeridos para os suínos na fase de terminação podem não ser suficientes para maximizar o ganho uma vez que para o aumento na taxa de deposição de proteína, na fase final de terminação, a ingestão de lisina pode estar limitada pelo consumo de ração (Abreu et al., 2007).

Alguns fatores como classe sexual, peso, genótipo e sanidade podem influenciar a taxa de deposição muscular de suínos nas fases de crescimento e terminação. Suínos provenientes de populações com diferenças no potencial genético, podem não apresentar a mesma exigência de proteína. Os animais com altas taxas de deposição diária de carne podem utilizar mais eficientemente o alimento e produzirem carcaças mais magras, com menos gordura, mas para tal as quantidades de lisina digestível e outros aminoácidos devem ser adequadas (Oliveira et al., 2014).

O padrão de deposição de carne e gordura na carcaça podem ser diferentes entre machos castrados e fêmeas em função da qualidade proteica das dietas. Devido às diferenças hormonais, as fêmeas podem demandar mais energia e mais aminoácidos digestíveis que os machos castrados e, em consequência disto, elas podem ser mais eficientes na transformação de alimentos em ganho e produzirem carcaças em maiores quantidades de carne e menores de gordura que os machos castrados.

Além disso, tem-se constatado que as fêmeas consomem menores quantidades de ração que os machos castrados. Por isso as diferenças existentes entre os dois sexos pode ser afetada pela diferença entre quantidades de nutrientes ingeridos (Arouca et al., 2004).

Desta forma machos castrados e fêmeas podem ter suas exigências em aminoácidos digestíveis diferenciadas, em razão do padrão de consumo e da deposição de proteína na carcaça (Gattás et al., 2012)

Os resultados em termos de qualidade de carcaça têm sido obtidos com animais com diferentes pesos ao abate e isto pode estar mascarando os reais efeitos da lisina na carcaça, visto que, os animais mais pesados podem ter composições de carcaça diferentes de animais mais leves, independentemente da qualidade da dieta.

Além disso, não é somente a lisina que pode influenciar positivamente na deposição de tecido magro dos suínos na fase de terminação, as temperaturas ambientais também podem afetar, por isso, há necessidade de se estudar as necessidades de lisina digestível em ambientes com diferentes temperaturas, uma vez que, estas podem influenciar o consumo de ração.

Assim, verifica-se a necessidade de avaliar as quantidades de lisina digestível em dietas para suínos machos castrados, em zona de conforto térmico, em fase final de terminação, consumindo as mesmas quantidades de dietas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida com a aprovação do Comitê de Ética para Uso de Animais em Pesquisa da Universidade Federal de Viçosa (CEUA/UFV) registrada sobre o número: 10/2011.

O experimento foi conduzido no período de maio a junho de 2012, no Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais, cujo município está localizado a uma latitude de 20° 45' 45" sul e longitude de 42° 52' 04" oeste, com altitude de 657 m.

Foram utilizados por 21 dias, 45 suínos machos, castrados, de alto potencial genético para deposição de carne, com peso inicial de 95,0 kg \pm 0,9 kg, e aproximadamente 130 dias de idade. Os animais foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizados com cinco tratamentos e nove repetições com um animal por unidade experimental. Os tratamentos foram: 21,7; 24,8; 27,9; 31,0 e 34,0 gramas por dia.

As dietas utilizadas no experimento (TABELA 1) foram formuladas para atender as necessidades nutricionais para suínos em fase final de terminação de acordo com o conceito de proteína ideal tendo-se como base as recomendações contidas em TABELAS BRASILEIRAS PARA AVES E SUÍNOS (2011), com aumento de 13% na proteína bruta, 8,4% na energia metabolizável, 31,6% de fósforo e 36,1% de cálcio. As relações aminoacídicas foram mantidas constantes em todas as dietas experimentais. O inerte foi usado em todas as dietas para assegurar a variação na inclusão de aminoácidos à dieta.

Os animais passaram por um período de adaptação de quatro dias consumindo ração basal e água à vontade, antes de se iniciar o experimento. Durante este período o consumo de ração foi mensurado para se determinar o consumo padrão (g/dia/animal) para fornecimento de ração nos primeiros dias do experimento, visando verificar apenas o efeito da lisina digestível sobre os animais.

Após a adaptação, os animais foram pesados e distribuídos de forma aleatória dentro dos tratamentos experimentais. O fornecimento de ração foi determinado pelo menor consumo aferido dentro de cada repetição durante o período de adaptação, em duas refeições diárias: às 07:00 e às 15:00 horas e aumentado a cada três dias sem que houvesse sobras até o final do experimento. O consumo médio de ração foi calculado em função do consumo total no período dividido pela duração do experimento. A água foi fornecida à vontade aos suínos.

Tabela 1 – Composições centesimais e calculadas das dietas experimentais

Ingredientes (%)	Quantidades de Lisina (g/dia)				
	21,7	24,8	27,9	31,0	34,0
Milho (8,3%)	66,924	66,924	66,924	66,924	66,924
Farelo de soja (45%)	22,550	22,550	22,550	22,550	22,550
Óleo Vegetal	6,669	6,669	6,669	6,669	6,669
F.Bicálc.	1,158	1,158	1,158	1,158	1,158
Calcário	0,761	0,761	0,761	0,761	0,761
Sal	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358
L-LisHCl	-	0,128	0,257	0,385	0,513
DL-Met.	-	0,053	0,120	0,187	0,254
L-treonina	-	0,054	0,129	0,204	0,279
L-triptofano	-	-	0,010	0,030	0,050
L-Valina	-	-	0,007	0,087	0,167
Supl. Mineral ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Supl. Vitamínico ²	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
BHT	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
Inerte	1,365	1,130	0,842	0,472	0,101
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composições Calculadas					
EM (kcal/kg)	3500	3500	3500	3500	3500
Proteína bruta (%)	15,73	15,73	15,73	15,73	15,73
Lisina dig. (%)	0,700	0,800	0,900	1,000	1,100
Met.+Cist. dig. (%)	0,476	0,528	0,594	0,660	0,726
Met;Lis	0,680	0,660	0,660	0,660	0,660
Triptofano dig. (%)	0,169	0,169	0,178	0,198	0,218
Trip/Lis	0,241	0,211	0,198	0,198	0,198
Treonina dig. (%)	0,537	0,590	0,663	0,737	0,811
Treo/LIs	0,767	0,738	0,737	0,737	0,737
P disponível (%)	0,304	0,304	0,304	0,304	0,304
Cálcio (%)	0,645	0,645	0,645	0,645	0,645

¹Contendo por kg de dieta: 100 mg de ferro; 10 mg de cobre; 1 mg de cobalto; 40 mg de manganês; 100 mg de zinco e 1,5 mg de iodo.

²Contendo por kg de dieta: 8.000 UI de vit. A; 1.200 UI de vit. D₃; 20 UI de vit. E; 2 mg de vit. K₃; 1 mg de vit. B₁; 4 mg de vit. B₂; 22 mg de ácido nicotínico; 16 mg de ácido pantotênico; 0,50 mg de vit. B₆; 0,020 mg de vit B₁₂; 0,4 mg de ácido fólico; 0,120 mg de biotina; 400 mg de colina e 30 mg de antioxidante.

Os animais foram alojados em baias localizadas em galpão de alvenaria, com piso de concreto e telhado com telha de barro.

As temperaturas no interior do galpão foram monitoradas por meio de termômetros de máxima e mínima, diariamente às 15 horas.

Os animais foram pesados no início e no final do experimento (21 dias após o início). Após a pesagem aos 21 dias foram abatidos os suínos mais pesados e aqueles que estavam com peso de até 1,5% menor do que o do mais no pesado. Os demais suínos permaneceram nas baias com o mesmo manejo e alimentação até atingir o peso de abate dos mais pesados. Entretanto para efeitos de desempenho só foram considerados os pesos finais no dia do primeiro abate.

Os animais foram abatidos, após jejum de 24 horas, seguindo-se as normas de abate humanitário com insensibilização por choque elétrico seguido de sangramento e, procedimentos de higienização das carcaças como descrito na Instrução Normativa Número 3 de janeiro de 2000 do Ministério da Agricultura e Abastecimento.

As carcaças inteiras incluindo cabeça e pés foram pesadas e serradas longitudinalmente ao longo da coluna vertebral. As meias-carcaças também foram pesadas individualmente e armazenadas em câmara fria com temperaturas de 0 a 4 °C por 24 horas.

Foram avaliados o comprimento da carcaça (mensurado a partir do bordo cranial da sínfese pubiana até o bordo cranial do atlas, com o auxílio de uma fita métrica), o peso da carcaça quente e fria, a espessura de toucinho no ponto P2 a 6,5 cm da linha dorso-lombar, a profundidade muscular do *Longissimus dorsi* à altura da última costela com a cobertura de gordura correspondente, incluindo a pele.

Também foi realizado o rendimento de carcaça expresso como o peso da carcaça quente em relação ao peso de abate após jejum $\times 100$; rendimento de carne total expresso pelo peso da carcaça em relação à percentagem de carne; percentagem de carne.

Foram retiradas amostras do músculo *Longissimus dorsi* e levadas para o Laboratório de Carnes do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa para posteriores análises.

Foi utilizada uma amostra de carne, bife com 2,54 centímetros de espessura (mais ou menos 100 gramas) para a mensuração de perda de água por gotejamento. A amostra foi pesada, colocada em uma rede de plástico e suspensa dentro de um saco plástico, na grade da geladeira, de forma que não houvesse contato entre a carne e o saco. O conjunto foi mantido em uma temperatura refrigerada (4°C) por 48 horas. Após a permanência pelo tempo estipulado a carne foi pesada e a quantidade de água perdida por gotejamento foi calculada em função do peso inicial.

A perda de líquido por cocção foi realizada nas amostras 48 horas na geladeira (mesmas amostras da perda de líquido por gotejamento) e nas amostras que ficaram armazenadas a 4°C por um período de maturação de 7 e 14 dias. Para perda de líquido por cocção, a amostra permaneceu por 30 minutos à temperatura ambiente, sendo, em seguida, assada em forma com grelha. O forno foi previamente aquecido por 20 minutos a 150°C. As amostras foram assadas sem adição de qualquer condimento, até atingirem a temperatura interna de 71°C. O monitoramento da temperatura interna dos bifés foi realizado com termômetros tipo K, cuja sonda foi inserida no centro geométrico dos bifés. Depois de atingida a temperatura interna desejada, os bifés foram retirados do forno e mantidos à temperatura ambiente para resfriarem. A seguir, foram embalados, identificados e deixados por mais 24 horas na geladeira, sendo pesados novamente após este período.

As mesmas amostras (bifés) usadas anteriormente foram usadas para análise de maciez. A maciez da carne foi estimada através da força de cisalhamento. Foram retiradas seis subamostras cilíndricas, de 1,27 cm de diâmetro, de cada bife, de forma paralela à orientação das fibras musculares, utilizando-se um amostrador de aço inox,

devidamente afiado. As subamostras cilíndricas foram cisalhadas perpendicularmente à orientação das fibras musculares, utilizando-se lâmina de corte em “V” invertido, com angulação de 60° e espessura de 1,06 mm de espessura e velocidade fixa de 25 mm/segundo, acoplada ao aparelho de Warner-Bratzler.

Foram realizadas análises de variância e regressão sobre as quantidades de lisina, segundo os procedimentos do programa R (R-Project, 2016). Foi considerado o valor de α limite de 5,0%.

3. RESULTADOS

Os valores médios das temperaturas máximas e mínimas, registrados durante o período experimental, foram de $23,8 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ e $15,7 \pm 2,1^{\circ}\text{C}$ respectivamente.

Os resultados de desempenho e características de carcaça encontram-se apresentados na Tabela 2 e os de qualidade de carne na Tabela 3.

Tabela 2 – Pesos, consumo de ração e de lisina, ganho de peso, conversão alimentar, comprimento de carcaça, espessura de toucinho, profundidade de músculo, pesos de carcaça, rendimento de carcaça e quantidade de carne magra em função das quantidades de lisina digestível.

Parâmetros	Quantidade de Lisina					p-valor	CV
	21,7	24,8	27,9	31,0	34,0		
peso inicial (kg)	95,3±0,9	95,3±0,9	95,3±0,9	95,3±0,9	95,2±0,9		
consumo diário de ração (g/dia)	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100		
ganho de peso diário (g/dia)	1073,5±41,6	1053,9±35,8	1072,9±39,3	1047,0±41,9	1071,7±46,6	0,937	10,952
conversão alimentar (g/g)	2,9±0,1	3,0±0,1	2,9±0,1	3,0±0,1	2,9±0,1	0,889	11,364
comprimento de carcaça (cm)	97,2±1,7	98,1±0,6	98,0±1,2	95,6±0,9	97,6±0,9	0,627	3,278
espessura de toucinho (mm)	22,1±1,5	25,6±1,6	26,0±2,3	23,8±1,1	25,7±1,2	0,310	18,335
espessura de toucinho em P2 (mm)	12,1±1,0	13,8±1,4	10,9±1,0	12,4±1,1	13,3±1,1	0,805	25,154
profundidade de músculo (mm)	6,6±0,2	6,4±0,1	6,5±0,2	6,6±0,2	6,6±0,2	0,636	8,975
carcaça quente (kg)	93,9±1,0	93,5±1,3	93,0±1,1	95,3±1,4	93,8±1,2	0,691	3,623
rendimento de carcaça (%)	81,7±0,3	81,5±0,5	81,1±0,3	82,5±0,3	81,8±0,3	0,696	1,255
carne magra na carcaça (kg)	51,3±0,5	50,2±0,8	51,4±0,7	51,9±1,2	50,7±0,9	0,883	4,720

Não foram constatadas diferenças significativas ($P>0,05$) em nenhum dos parâmetros estudados.

Tabela 3 – Carcaça direita quente, carcaça direita resfriada, perda de carcaça no resfriamento, carne magra na carcaça, perdas de água no gotejamento, cozimento, força de cisalhamento no 1º, 7º e 14º dia em função das quantidades de lisina digestível.

Parâmetros	Quantidade de Lisina					p-valor	CV
	21,7	24,8	27,9	31,0	34,0		
carcaça direita quente (kg)	47,6±0,5	47,3±0,8	47,1±0,8	47,7±0,7	47,3±0,7	0,974	4,2
carcaça direita resfriada(kg)	46,7±0,5	46,6±0,8	46,3±0,8	47,2±0,7	46,3±0,7	0,964	4,3
perda de carcaça no resfriamento (%)	2,0±0,2	1,7±0,1	1,7±0,1	2,0±0,2	2,1±0,2	0,191	22,8
rendimento de carne magra na carcaça (%)	58,2±0,7	57,1±0,9	59,1±0,7	58,0±0,8	57,4±0,7	0,793	3,7
perda de água por gotejamento (%)	10,2±1,1	10,4±1,1	8,2±1,0	10,9±1,4	7,9±0,5	0,249	31,6
perda de água por cocção DIA1 (%)	11,8±2,1	16,2±1,7	15,6±1,6	12,6±1,3	13,7±1,6	0,975	33,5
força de cisalhamento DIA 1 (Kgf)	2,8±0,1	2,7±0,2	3,1±0,1	2,6±0,2	3,0±0,12	0,565	15,0
perda de água por cocção DIA7 (%)	18,6±2,7	20,7±2,7	20,2±2,9	18,8±2,6	18,4±2,6	0,778	39,2
força de cisalhamento DIA 7 (Kgf)	2,2±0,1	2,4±0,1	2,4±0,2	2,5±0,1	2,5±0,2	0,092	19,1
perda de água por cocção DIA14 (%)	22,0±1,7	18,3±2,5	20,1±3,2	18,4±2,9	17,5±3,0	0,304	39,9
força de cisalhamento DIA 14 (Kgf)	2,5±0,2	2,6±0,2	2,8±0,2	2,7±0,2	2,7±0,2	0,501	21,2

Não foi observado efeito significativo ($P>0,05$) das quantidades de lisina digestível sobre os parâmetros avaliados.

4. DISCUSSÃO

Considerando-se a faixa de temperatura ideal para suínos em terminação sugerida por Kiefer et al. (2010), de 18°C a 23°C, e a temperatura crítica superior (TCS) de 26°C sugerida por Huynh et al. (2005), os animais foram criados em zona de conforto térmico durante o período experimental.

Como as temperaturas mantiveram-se dentro do conforto térmico e o consumo de ração foi o mesmo para todos os tratamentos não houve demanda extra de lisina e energia para controle dos processos fisiológicos dos animais e por isso, a quantidade de 21,7 gramas por dia de lisina digestível e 10.850 Kcal de EM/dia foram suficientes para a demanda dos suínos machos castrados.

O consumo de 21,7 gramas por dia foi suficiente para atender as necessidades dos animais por 21 dias, dos 95 aos 117 Kg, atendendo aos padrões genéticos dos animais, bem como atendeu o desenvolvimento ponderal dos animais com deposições adequadas de músculo nas carcaças. Em concordância Hurtado-Nery et al. (2013) relataram que para suínos em terminação, estima-se em 0.795% a exigência de lisina digestível para máximo ganho de peso, sem afetar o rendimento de carcaça e de pernil, correspondendo a um consumo diário de 18 g de lisina digestível.

Observa-se que o aumento dos níveis de lisina digestível nas rações levou a um maior consumo deste aminoácido, podendo ter influenciado negativamente a eficiência energética para o ganho, uma vez que a energia pode ter sido desviada para a excreção do excesso de lisina, devido ao processo de metabolismo dos compostos nitrogenados necessitar de energia para que ocorra (Oliveira et al., 2014).

Marinho et al. (2007) ao avaliarem os parâmetros de desempenhos também não constataram efeito dos níveis de lisina digestível (0.67; 0.87%), relatando que 22,46 g de lisina digestível foi suficiente para atender as exigências desses animais, entretanto

observaram que o nível de 0,87% melhorou a qualidade de carcaça, diminuindo a espessura de toucinho e aumentando a porcentagem de carne magra, a taxa de deposição de carne magra diária e a profundidade de lombo.

Contudo, Almeida et al., (2013), Corassa et al. (2013) e Asmus et al. (2014) ao alimentarem suínos machos castrados e fêmeas, em fase de terminação, com níveis crescentes de lisina na ração verificaram melhora na eficiência de utilização do alimento para ganho de peso dos animais.

Almeida et al. (2010), trabalhando com suínos machos castrados e fêmeas em terminação, dos 90 aos 117 kg, no período de 28 dias de experimento, com níveis de lisina digestível (0,68; 0,78; 0,88; 0,98; 1,08%), não observaram efeito sobre as características de carcaça de machos e fêmeas e sobre as variáveis de desempenho. De acordo com os autores, o consumo de 23,04 g/dia de lisina digestível foi suficiente para o que os animais atingissem o máximo desempenho e rendimento de carcaça.

Para os parâmetros de qualidade de carne avaliados neste trabalho, a quantidade de 21,7 g/dia de lisina digestível foi suficiente para atender as características favoráveis de qualidade.

Os valores da força de cisalhamento encontrados neste trabalho classifica a carne como macia, uma vez que, o valor limite para a dureza da carne suína segundo Van Der Wal et al. (1988), Ourique & Nicolaiewsky (1990) e Rosa et al. (2001) é de 3,4 kgf, desde o processo de transformação do músculo em carne, que se dá 24 horas após o abate, não necessitando portanto de tecnologias, como a maturação, visando aumentar a sua maciez.

5. CONCLUSÃO

A quantidade de lisina digestível para atender as necessidades nutricionais de suínos machos castrados criados em zona de termoneutralidade é de 21,7g/dia, correspondendo ao nível de 0,7%.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, M.L.T.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M.; OLIVEIRA, A.L.S.; SANTOS, F.A.; PEREIRA, A.A. Níveis de lisina digestível em rações, utilizando-se o conceito de proteína ideal, para suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne magra na carcaça dos 60 aos 95 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.54-61, 2007.

ALMEIDA, E.C.; FIALHO, E.T.; RODRIGUES, P.B.; ZANGERONIMO, M.G.; LIMA, J.A.F.; FONTES, D.O. Ractopamine and lysine levels on performance and carcass characteristics of finishing pigs. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1961-1968, 2010.

ALMEIDA, V. V., NUÑEZ, A. J. C., SCHINCKEL, A. P., ANDRADE, C., BALIEIRO, J. C. C., SBARDELLA, M., & MIYADA, V. S. Time-response relationship of ractopamine feeding on growth performance, plasma urea nitrogen concentration, and carcass traits of finishing pigs. **Journal of animal science**, 91, 811-818, 2013.

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

ASMUS, M. 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**, 2014.

- CORASSA, A.; KIEFER, C.; NIETO, V. M. O. S. Níveis de lisina digestível em dietas contendo ractopamina para suínos em terminação, **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.**, Salvador, v.14, n.3, p.485-489., 2013
- GATTÁS, G.; SILVA, F. C. O.; BARBOSA, F. F.; DONZELE, S. L.; FERREIRA, S.; OLIVEIRA, R. F. M.; Níveis de lisina digestível em dietas para suínos machos castrados dos 60 aos 100 dias de idade. **Revista Brasileira de zootecnia**, vol.41 n.1 p.91-97,2012.
- HURTADO NERY, V.L.; NOBRE, R. T. R.; MOURA, A. M. A.; Niveles de lisina digestible en dietas con subproductos de arroz para cerdos en terminación. **Orinoquia**, vol 17, n1, 2013.
- HUYNH, T.T.T; AARNINK, A.J.A; VERSTEGEN, M.W.A.; GERRITS, W. J. J.; HEETKAMP, M. J. W.; KEMP, B.; CANH, T. T.; Effects of increasing temperatures on physiological changes in pigs at different relative humidities. **Journal of Animal Science**, v.83, p.1385-1396, 2005.
- KIEFER, C.; MOURA, M.S.; SILVA., E.A.; SANTOS, A. P.; SILVA, C. M.; LUZ, M. F.; NANTES, L. C.; Respostas de suínos em terminação mantidos em diferentes ambientes térmicos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.2, p. 496-504, 2010
- MARINHO, P.C.; FONTES, D.O.; SILVA, F.C.O.; SILVA, M.A.; PEREIRA, F.A.; AROUCA, C.L.C. Efeito dos níveis de lisina digestível e da ractopamina sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos machos castrados em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1791-1798, 2007.
- OLIVEIRA, A. L. S.; DONZELE, J. L.; SILVA, F. C. O.; OLIVEIRA, R. F. M.; ABREU, M. L. T.; PEREIRA, A. A.; SCOTTÁ, B. A. Lisina digestível em dietas

para suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne magra na carcaça dos 60 aos 95 kg. **Rev. bras. saúde prod. anim.** vol.15 no.4, 2014.

OURIQUE, J.M.R.; NICOLAIEWSKY, S. Características físico-químicas e organolépticas e suas relações na avaliação da qualidade de carne suína. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.2, n.2, p.118- 125, 1990.

R-PROJECT, 2016. R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, 2016.

ROSA, A.F.; SOBRAL P.J.A.; LIMA, C.G.; GOMES, J.D.F. - Determinação das características físico-químicas da carne de suínos em fase de crescimento - **Revista TeC Carnes** - Campinas, SP, v.3, n.1, p.13-18, 2001

Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: composição de Alimentos e Exigências Nutricionais. 3.ed. Viçosa:UFV, 2011. 252p.

VAN DER WAL, P. G. VAN DER; BOLINK, A.H., MERKUS, G.S.M. Differences in quality characteristics of normal, PSE and DFD pork. **Meat Science**, Oxford, v.24, n.1, p.79-84, 1988.

Capítulo III

Lisina com ractopamina para suínos machos castrados na fase final de terminação, criados em zona de conforto térmico

(O artigo foi formatado de acordo com as normas para publicação na Revista Brasileira de Zootecnia – RBZ e adaptado para leitura de teses da Universidade Federal de Viçosa)

RESUMO: Objetivando-se avaliar o efeito dos níveis de lisina digestível em dietas suplementadas com 10 ppm de ractopamina para suínos machos castrados em fase final de terminação, por 21 dias, criados em zona de conforto térmico, sobre o desempenho, características de carcaça e qualidade de carne, foram utilizados 45 animais, com peso médio inicial de 92 kg, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado composto de cinco tratamentos, nove repetições e um animal por unidade experimental. Os tratamentos usados foram 0,70; 0,80; 0,90; 1,00 e 1,10% de lisina digestível e todos suplementados com 10 ppm de ractopamina, para suínos em fase final de terminação por 21 dias. Os níveis de lisina nas dietas influenciaram o parâmetros de desempenho: ganho de peso diário e conversão alimentar; características de carcaça: espessura de toucinho no ponto P2 e qualidade de carne: rendimento de carne magra. Conclui-se que a ractopamina aumentou a demanda de lisina. O nível de lisina digestível para suínos machos castrados em fase final de terminação recebendo dietas com 10 ppm de ractopamina por 21 dias criados em zona de conforto térmico é de 1,1%, o que corresponde a 35,45 g de lisina digestível por dia.

Palavras chave: desempenho, características de carcaça, qualidade de carne, quantidade de lisina, agonista β -adrenérgico

ABSTRACT:

Keywords: Aiming to evaluate the effect of digestible lysine levels in diets supplemented with 10 ppm ractopamine for barrows end termination phase, on thermoneutral environments on performance, carcass characteristics and meat quality, 45 animals were used with average initial weight of 92 kg, distributed in a completely randomized design composed of five treatments, nine replicates and one animal per experimental unit. The treatments were 0.70; 0.80; 0.90; 1.00 and 1.10% of lysine and all supplemented with 10 ppm of ractopamine, to pigs in the final finishing stage for 21 days. Lysine levels in the diet influenced the performance parameters: average daily gain and feed conversion; carcass characteristics: backfat thickness at the point P2 and meat quality: lean meat yield. It is concluded that ractopamine has affected the demand for lysine. The level of lysine for barrows end termination fed diets with 10 ppm of ractopamine for 21 days on thermoneutral environment is 1.1%, which corresponds to 35.45 g of lysine per day

Key words: performance, carcass characteristics, meat quality, quantity of lysine, β -adrenergic agonist

1. INTRODUÇÃO

Maximizar a produtividade e, ao mesmo tempo, atender a demanda do consumidor final, proporcionando carcaças com maior quantidade de carne, em detrimento à gordura são os principais anseios da cadeia produtiva de suínos que tem buscado uma revisão nos níveis de exigências nutricionais e no manejo alimentar do plantel de alto potencial genético para deposição de carne. Mesmo com o melhoramento genético dos suínos, estratégias nutricionais vem sendo utilizadas para potencializar o desempenho e as características quantitativas das carcaças (Corassa et al., 2013).

A formulação de rações por meio do conceito de proteína ideal foi possível com a utilização dos aminoácidos industriais. Sendo assim, a exigência de aminoácidos passa a ser expressa 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 (Gattás et al., 2012) e as respostas de desempenho e composição de carcaça dos animais podem estar diretamente associadas ao seu nível na ração.

Visando atender esse propósito, a ractopamina vem sendo utilizada por promover o aumento da síntese proteica e diminuição da lipogênese, por meio das mudanças nas prioridades de deposição tecidual, resultando em animais com carcaças mais magras (Kiefer & Sanches 2009; Andretta et al., 2011) e ao mesmo tempo promovendo melhora no desempenho (Apple et al., 2007; Moraes et al., 2010; Hinson et al., 2011; Garbossa et al., 2013; Peterson et al. 2015). Porém, os efeitos da ractopamina podem ser limitados a um curto período de tempo, a animais com pesos superiores a 95 kg (Ferreira et al., 2013), dosagem (Oliveira et al., 2014), nível de lisina na ração (Corassa, et al., 2013) e classe sexual (Rikard-Bell, et al., 2009).

Tais situações podem modificar as necessidades nutricionais do animal, por exemplo, da lisina ser considerada o primeiro aminoácido limitante para suínos, uma vez que as melhorias no desempenho estão relacionada a uma maior demanda de lisina, o que indica que a exigência nutricional desse aminoácido possa estar alterada, visto a estreita relação entre este nutriente e a deposição proteica (Appel et al., 2004; Marinho et al., 2007).

Lisina em excesso pode também limitar os efeitos benéficos promovidos pelos agonistas β -adrenérgicos, pois poderá ocorrer competição pelos sítios de absorção e catabolismo dos aminoácidos em excesso em vez do aumento da síntese protéica (Silva et al., 2008). Assim, o aporte adequado deste aminoácido é essencial para a maximização do efeito da ractopamina. Neste sentido, a melhor resposta para a deposição de carne magra está em função do nível apropriado de lisina fornecido.

Neste contexto, o experimento foi realizado com o objetivo de determinar o nível ideal de lisina digestível para suínos machos castrados em fase final de terminação (dos 92 aos 120 kg) criados em zona de conforto térmico em ração suplementada com ractopamina.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida com a aprovação do Comitê de Ética para Uso de Animais em Pesquisa da Universidade Federal de Viçosa (CEUA/UFV) registrada sobre o número: 10/2011.

O experimento foi conduzido no período de maio a junho de 2012, no Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais, cujo município está

localizado a uma latitude de 20° 45' 45" sul e longitude de 42° 52' 04" oeste, com altitude de 657 m.

Foram utilizados por 21 dias, 45 suínos machos, castrados, de alto potencial genético para deposição de carne, com peso inicial de 92,0 kg \pm 1,2 kg, e aproximadamente 130 dias de idade. Os animais foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizados com cinco tratamentos e nove repetições com um animal por unidade experimental. Os tratamentos foram: 22,6; 25,8; 29,0; 32,2 e 35,5 gramas por dia.

As dietas utilizadas no experimento (TABELA 1) foram formuladas para atender as necessidades nutricionais para suínos em fase final de terminação de acordo com o conceito de proteína ideal tendo-se como base as recomendações contidas em TABELAS BRASILEIRAS PARA AVES E SUÍNOS (2011), com aumento de 13% na proteína bruta, 8,4% na energia metabolizável, 31,6% de fósforo e 36,1% de cálcio. As relações aminoacídicas foram mantidas constantes em todas as dietas experimentais. O inerte foi usado em todas as dietas para assegurar a variação na inclusão de aminoácidos à dieta.

Os animais passaram por um período de adaptação de quatro dias consumindo ração basal e água à vontade, antes de se iniciar o experimento. Durante este período o consumo de ração foi mensurado para se determinar o consumo padrão (g/dia/animal) para fornecimento de ração nos primeiros dias do experimento, visando verificar apenas o efeito da lisina digestível sobre os animais.

Tabela 4 – Composições centesimais e calculadas das dietas experimentais

Ingredientes (%)	Níveis de Lisina				
	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10
Milho	66,924	66,924	66,924	66,924	66,924
Farelo de soja (45%)	22,550	22,550	22,550	22,550	22,550
Óleo Vegetal	6,669	6,669	6,669	6,669	6,669
F.Bicálc.	1,158	1,158	1,158	1,158	1,158
Calcário	0,761	0,761	0,761	0,761	0,761
Sal	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358
L-LisHCl	-	0,128	0,257	0,385	0,513
DL-Met.	-	0,053	0,120	0,187	0,254
L-treonina	-	0,054	0,129	0,204	0,279
L-triptofano	-	-	0,010	0,030	0,050
L-Valina	-	-	0,007	0,087	0,167
Supl. Mineral ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Supl. Vitamínico ²	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
BHT	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
Ractopamina	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Inerte	1,315	1,080	0,792	0,422	0,050
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composições Calculadas ³					
EM (kgcal/kg)	3500	3500	3500	3500	3500
Proteína bruta (%)	15,73	15,73	15,73	15,73	15,73
Lisina dig. (%)	0,700	0,800	0,900	1,000	1,100
Met.+Cist. dig. (%)	0,476	0,528	0,594	0,660	0,726
Met;Lis	0,680	0,660	0,660	0,660	0,660
Triptofano dig. (%)	0,169	0,169	0,178	0,198	0,218
Trip/Lis	0,241	0,211	0,198	0,198	0,198
Treonina dig. (%)	0,537	0,590	0,663	0,737	0,811
Treo/LIs	0,767	0,738	0,737	0,737	0,737
P disponível (%)	0,304	0,304	0,304	0,304	0,304
Cálcio (%)	0,645	0,645	0,645	0,645	0,645
Ractopamina (ppm)	10	10	10	10	10

¹Contendo por kg de dieta: 100 mg de ferro; 10 mg de cobre; 1 mg de cobalto; 40 mg de manganês; 100 mg de zinco e 1,5 mg de iodo.

²Contendo por kg de dieta: 8.000 UI de vit. A; 1.200 UI de vit. D₃; 20 UI de vit. E; 2 mg de vit. K₃; 1 mg de vit. B₁; 4 mg de vit. B₂; 22 mg de ácido nicotínico; 16 mg de ácido pantotênico; 0,50 mg de vit. B₆; 0,020 mg de vit B₁₂; 0,4 mg de ácido fólico; 0,120 mg de biotina; 400 mg de colina e 30 mg de antioxidante.

³Composição calculada conforme recomendações contidas em Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (2011)

Após a adaptação, os animais foram pesados e distribuídos de forma aleatória dentro dos tratamentos experimentais. O fornecimento de ração foi determinado pelo menor consumo aferido dentro de cada repetição durante o período de adaptação, em

duas refeições diárias: às 07:00 e às 15:00 horas e aumentado a cada três dias sem que houvesse sobras até o final do experimento. O consumo médio de ração foi calculado em função do consumo total no período dividido pela duração do experimento. A água foi fornecida à vontade aos suínos.

Os animais foram alojados em baias localizadas em galpão de alvenaria, com piso de concreto e telhado com telha de barro.

As temperaturas no interior do galpão foram monitoradas por meio de termômetros de máxima e mínima, diariamente às 15 horas.

Os animais foram pesados no início e no final do experimento (21 dias após o início). Após a pesagem aos 21 dias foram abatidos os suínos mais pesados e aqueles que estavam com peso de até 1,5% menor do que o do mais no pesado. Os demais suínos permaneceram nas baias com o mesmo manejo e alimentação até atingir o peso de abate dos mais pesados. Entretanto para efeitos de desempenho só foram considerados os pesos finais no dia do primeiro abate.

Os animais foram abatidos, após jejum de 24 horas, seguindo-se as normas de abate humanitário com insensibilização por choque elétrico seguido de sangramento e, procedimentos de higienização das carcaças como descrito na Instrução Normativa Número 3 de janeiro de 2000 do Ministério da Agricultura e Abastecimento.

As carcaças inteiras incluindo cabeça e pés foram pesadas e serradas longitudinalmente ao longo da coluna vertebral. As meias-carcaças também foram pesadas individualmente e armazenadas em câmara fria com temperaturas de 0 a 4 °C por 24 horas.

Foram avaliados o comprimento da carcaça (mensurado a partir do bordo cranial da sínfese pubiana até o bordo cranial do atlas, com o auxílio de uma fita métrica), o peso da carcaça quente e fria, a espessura de toucinho no ponto P2 a 6,5 cm da linha

dorso-lombar, a profundidade muscular do *Longissimus dorsi* à altura da última costela com a cobertura de gordura correspondente, incluindo a pele.

Também foi realizado o rendimento de carcaça expresso como o peso da carcaça quente em relação ao peso de abate após jejum $\times 100$; rendimento de carne total expresso pelo peso da carcaça em relação à percentagem de carne; percentagem de carne.

Foram retiradas amostras do músculo *Longissimus dorsi* e levadas para o Laboratório de Carnes do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa para posteriores análises.

Foi utilizada uma amostra de carne, bife com 2,54 centímetros de espessura (mais ou menos 100 gramas) para a mensuração de perda de água por gotejamento. A amostra foi pesada, colocada em uma rede de plástico e suspensa dentro de um saco plástico, na grade da geladeira, de forma que não houvesse contato entre a carne e o saco. O conjunto foi mantido em uma temperatura refrigerada (4°C) por 48 horas. Após a permanência pelo tempo estipulado a carne foi pesada e a quantidade de água perdida por gotejamento foi calculada em função do peso inicial.

A perda de líquido por cocção foi realizada nas amostras 48 horas na geladeira (mesmas amostras da perda de líquido por gotejamento) e nas amostras que ficaram armazenadas a 4°C por um período de maturação de 7 e 14 dias. Para perda de líquido por cocção, a amostra permaneceu por 30 minutos à temperatura ambiente, sendo, em seguida, assada em forma com grelha. O forno foi previamente aquecido por 20 minutos a 150°C. As amostras foram assadas sem adição de qualquer condimento, até atingirem a temperatura interna de 71°C. O monitoramento da temperatura interna dos bifes foi realizado com termômetros tipo K, cuja sonda foi inserida no centro geométrico dos bifes. Depois de atingida a temperatura interna desejada, os bifes foram retirados do forno e mantidos à temperatura ambiente para resfriarem. A seguir, foram embalados,

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

As mesmas amostras (bifes) usadas anteriormente foram usadas para análise de maciez. A maciez da carne foi estimada através da força de cisalhamento. Foram retiradas seis subamostras cilíndricas, de 1,27 cm de diâmetro, de cada bife, de forma paralela à orientação das fibras musculares, utilizando-se um amostrador de aço inox, devidamente afiado. As subamostras cilíndricas foram cisalhadas perpendicularmente à orientação das fibras musculares, utilizando-se lâmina de corte em “V” invertido, com angulação de 60° e espessura de 1,06 mm de espessura e velocidade fixa de 25 mm/segundo, acoplada ao aparelho de Warner-Bratzler.

Foram realizadas análises de variância e regressão sobre as quantidades de lisina, segundo os procedimentos do programa R (R-Project, 2016). Foi considerado o valor de α limite de 5,0%.

3. RESULTADOS

Os valores médios das temperaturas máximas e mínimas durante o período experimental foram de $20,9 \pm 3,0$ °C, $17,6 \pm 2,3$ °C.

Os resultados de desempenho e características de carcaça encontram-se apresentados na Tabela 5.

Observou-se efeito significativo ($P < 0,05$) dos níveis de lisina digestível sobre o ganho de peso diário, de forma linear crescente, segundo equação: $\hat{Y} = 882,86 + 417,99x$ ($R^2 = 95,71$); conversão alimentar, de forma linear decrescente, segundo a equação: $\hat{Y} = 3,34 - 0,83x$ ($R^2 = 91,52$) e espessura de toucinho em P2, de forma linear decrescente, segundo a equação $\hat{Y} = 16,07 - 4,89x$ ($R^2 = 41,02$) dos animais consumindo dietas suplementadas com 10 ppm de ractopamina.

Os resultados relativos à qualidade de carne estão apresentados na Tabela 6.

Não houve efeito ($P > 0,05$) da quantidade de lisina digestível sobre as características de qualidade de carne avaliadas, com exceção do rendimento de carne magra na carcaça, que foi de forma linear crescente, segundo a equação: $\hat{Y} = 55,51 + 3,35x$ ($R^2 = 40$). Este resultado pode ser explicado através da diminuição da espessura de toucinho no ponto P2 para este mesmo nível em relação aos demais de lisinas digestível nas dietas.

Tabela 5 – Pesos, consumo de ração e de lisina, ganho de peso, conversão alimentar, comprimento de carcaça, espessura de toucinho, profundidade de músculo, pesos de carcaça, rendimento de carcaça e quantidade de carne magra em função dos níveis de lisina digestível.

Parâmetros	médias					CV	pvalor
	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1		
peso inicial (kg)	92,9±1,2	92,6±1,0	92,6±1,0	92,4±0,9	92,2±1,0	3,307	0,637
consumo diario de ração (g/dia)	3223,5±10,7	3223,5±10,7	3223,5±10,7	3223,5±10,7	3223,5±10,7	0,998	1,000
ganho de peso diario (g/dia)*	1170,1±33,8	1227,0±36,8	1244,4±50,2	1319,6±27,9	1332,8±61,9	10,459	0,004
conversão alimentar (g/g)*	2,8±0,1	2,7±0,1	2,6±0,1	2,5±0,1	2,5±0,1	10,350	0,005
comprimento de carcaça (cm)	98,7±1,0	97,7±1,3	98,5±1,2	95,5±1,0	96,7±1,2	3,493	0,095
espessura de toucinho (mm)	23,9±1,6	24,3±0,9	25,0±1,5	27,2±1,0	26,4±1,7	16,092	0,070
espessura de toucinho em P2 (mm)*	12,8±0,8	11,6±0,8	11,6±0,6	12,7±0,9	9,8±0,4	18,160	0,034
profundidade de musculo (mm)	6,8±0,2	6,8±0,3	6,7±0,2	7,1±0,3	6,6±0,2	10,209	0,832
carcaça quente (kg)	96,0±0,8	96,3±0,5	94,5±0,7	96,3±1,2	95,3±0,8	2,565	0,534
rendimento de carcaça (%)	82,4±0,4	82,6±0,3	81,4±0,5	82,7±0,5	81,7±0,4	1,452	0,342
carne magra na carcaça (kg)	52,1±0,6	52,8±0,4	51,8±0,5	52,2±0,7	53,1±0,4	3,064	0,386

*Houve efeito ($P < 0,05$) linear para os parâmetros avaliados: ganho de peso diário, conversão alimentar e espessura de toucinho em P2.

Tabela 6 – Carcaça direita quente, carcaça direita resfriada, perda de carcaça no resfriamento, carne magra na carcaça, perdas de água no gotejamento, cozimento, força de cisalhamento no 1º, 7º e 14º dia e índice de bonificação em função dos níveis de lisina digestível.

Parâmetros	médias					CV	pvalor
	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1		
carcaça direita quente (kg)	48.4±0.6	48.9±0.4	47.7±0.7	48.8±0.3	48.3±0.4	3.361	0.767
carcaça direita resfriada(kg)	47.5±0.5	48.1±0.3	46.9±0.7	47.8±0.6	47.3±0.4	3.297	0.769
perda de carcaça no resfriamento (%)	2.0±0.1	1.7±0.1	1.8±0.1	2.0±0.1	1.9±0.2	21.691	0.931
rendimento de carne magra na carcaça (%)*	57.8±0.5	58.6±0.6	58.6±0.4	57.8±0.6	59.8±0.3	2.449	0.032
perda de água por gotejamento (%)	8.4±0.4	8.4±0.8	8.7±0.6	8.3±0.5	8.5±0.6	21.186	0.951
perda de água por cocção DIA1 (%)	32.8±1.3	32.6±1.8	32.3±0.9	32.9±1.8	33.0±2.0	14.966	0.909
força de cisalhamento DIA 1 (Kgf)	4.2±0.2	4.4±0.4	4.7±0.3	4.6±0.4	4.1±0.2	22.737	0.953
perda de água por cocção DIA7 (%)	25.7±1.5	25.7±1.4	25.6±1.8	25.5±2.3	26.2±1.5	20.140	0.896
força de cisalhamento DIA 7 (Kgf)	3.1±0.2	3.3±0.3	3.6±0.3	3.7±0.3	3.4±0.3	28.100	0.307
perda de água por cocção DIA14 (%)	21.2±1.3	21.6±1.1	20.8±1.4	22.1±1.3	21.0±0.4	16.106	0.985
força de cisalhamento DIA 14 (Kgf)	2.3±0.2	2.6±0.2	2.9±0.1	2.8±0.2	2.6±0.1	20.305	0.168
índice de bonificação (%)	108.8±0.6	109.8±0.5	109.2±0.5	108.9±0.6	110.7±0.3	1.431	0.089

*Houve efeito (P<0,05) linear para o parâmetro avaliado: rendimento de carne magra na carcaça.

4. DISCUSSÃO

Considerando-se que a faixa de temperatura ideal para suínos em terminação sugerida por Kiefer et al. (2010), situam entre 18°C a 23°C, e a temperatura crítica superior (TCS) de 26°C sugerida por Huynh et al. (2005), os animais foram criados em zona de conforto térmico durante o período experimental.

O aumento linear do ganho de peso em relação ao nível de lisina, também foi verificado por Kiefer & Sanches (2009), utilizando de diversos níveis de ractopamina em suínos em terminação. Entretanto estes autores apresentaram efeitos não significativos do nível de lisina sobre a conversão alimentar (com exceção em rações com 20 ppm de ractopamina). Resultados contrários foram apresentados por Corassa et al. (2013) que descrevem efeitos significativos do nível de lisina sobre peso final e conversão alimentar e não significativo sobre o ganho de peso.

O consumo médio diário de ração (3.220 g/dia) observado neste estudo foi inferior ao preconizado por Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (2011) onde relatam um consumo de 3.236 g/dia de ração e de lisina digestível de 28,14 g/dia, sendo 0,87% de lisina digestível na ração, com ganho de peso de 1,208 g/dia, sendo também inferior aos registrados por Arouca et al. (2004), que constataram consumo de 3.433 g/dia, com temperaturas variáveis entre, $12,98 \pm 2,37^{\circ}\text{C}$ e $27,75 \pm 3,26^{\circ}\text{C}$. Entretanto foi superior aos registrados por Oliveira et al. (2003), que verificaram consumo de 3.180 g/dia sob temperaturas mínima e máxima, respectivamente, de $17,1 \pm 4,94^{\circ}\text{C}$ e $24,1 \pm 4,01^{\circ}\text{C}$.

Este menor consumo observado no presente estudo pode ser devido ao nível de energia metabolizável presente nas dietas que foi de 3500 kcal/kg de ração, totalizando uma ingestão calórica diária de 11.270 kcal/dia, sendo superior à ingestão relatada por Tabelas Brasileiras para Aves E Suínos (2011) que é de 10.452,28 kcal/dia.

Contudo estes resultados estão de acordo com o que tem sido reportado na literatura em que os níveis de lisina digestível não influenciam o consumo de ração diário de machos não castrados (Gasparotto et al., 2001), machos castrados (Abreu et al., 2007) e fêmeas (Fontes et al., 2000; Fortes 2012). Todavia Webster et al. (2007) e Corassa et al. (2013) constataram redução linear do consumo diário de ração com o aumento da concentração de lisina digestível nas dietas contendo ractopamina.

Rikard-Bell et al. (2013) 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.

Pereira et al. (2008) avaliando dietas contendo 0 e 5ppm de ractopamina e 0,67 e 0,87% de lisina digestível para leitoas na fase de terminação não constataram interação entre o consumo de ração e os fatores avaliados. Da mesma forma Almeida et al. (2010), trabalhando com suínos na fase de terminação dos 90 aos 117 kg, não verificaram efeito no consumo de ração em dietas com diferentes níveis de lisina digestível contendo 5 ppm de ractopamina.

Santos et al. (2011) também verificaram efeito significativo dos níveis de lisina nas dietas para suínos em terminação em relação ao ganho de peso diário recomendadno o nível de 0,83% e um consumo de 24,60 g/dia de lisina digestível.

Almeida et al., (2013), Corassa et al. (2013) e Asmus et al. (2014), em concordância com este estudo, 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, possivelmente a melhora na conversão alimentar dos animais pode ser atribuída ao 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).

Em relação às características de carcaça, resultados similares foram encontrados por Santos et al. (2011) que relataram efeito linear ($P < 0,05$) resultando em diminuição da espessura de toucinho no ponto P2 com o aumento do nível de lisina digestível nas dietas. Marinho et al. (2007) também observaram redução de 7,5% na espessura de toucinho no P2 de animais suplementados com 5 ppm de ractopamina. Por outro lado Sanches et al. (2010b) não observaram influência dos níveis de ractopamina sobre a espessura de toucinhos dos animais, o que segundo os autores aconteceu devido ao estresse térmico pelo qual os animais foram submetidos.

Dunshea et al. (1993) relataram que a taxa de síntese muscular pode ser aumentada em cerca de 30%, aliado a uma redução de cerca de 6% na deposição de gordura em animais suplementados com esse agonista, entretanto esses eventos são mais pronunciados em animais acima dos 95 kg (Ferreira et al., 2013).

Entretanto, diversos autores (Friesen et al., 1994; Hanh et al., 1995; Loughmiller et al., 1998; Souza Filho et al., 2000; Moreira et al., 2002; Oliveira et al., 2003a,b; Arouca et al., 2004, 2005), em pesquisas com suínos machos e fêmeas na fase de terminação tardia, dos 90 aos 125 kg, não observaram efeito dos níveis de lisina sobre a espessura de toucinho no ponto P2, podendo esta variação entre os resultados atribuída, em parte, pelo potencial genético para deposição de carne magra na carcaça e pelo sexo dos animais.

Não foi observado efeito da ractopamina sobre o comprimento de carcaça, espessura de toucinho na carcaça, profundidade de músculo, peso de carcaça quente e resfriada, perda de carcaça no resfriamento e quantidade de carne magra e índice de bonificação dos animais. Estes resultados estão de acordo com os encontrados por Almeida et al. (2010), que também não observaram efeito dos níveis de lisina sobre as características de carcaça dos animais. Entretanto, há relatos mostrando que a ractopamina é capaz de influenciar esses parâmetros. Sanches et al. (2010a) observaram

aumento de aproximadamente 5% no comprimento da carcaça de suínos suplementados com 20 ppm de ractopamina. Pereira et al. (2008) observaram aumento de 3,9% no rendimento de carcaça de suínos suplementados com 5 ppm de ractopamina.

Amaral et al. (2009) ao suplementar suínos com 10 ppm de ractopamina, verificaram aumento de 1,32% no rendimento de carcaça. Essas diferenças observadas nos diferentes trabalhos podem ser explicadas em decorrência dos níveis de ractopamina utilizados, bem como as diferentes linhagens genéticas. A partir da inclusão de 5 ppm de ractopamina, já são observadas melhoras significativas no desempenho dos suínos, porém níveis mais elevados (10 e 20 ppm) apresenta benefícios mais pronunciados nas características de carcaça (See, Armstrong & Weldon. 2004).

Estes resultados estão próximos aos obtidos por Marinho et al. (2007), que foi de 57,3% para dietas contendo de 5 ppm de ractopamina sem suplementação extra de lisina digestível. Sanches et al. (2010) observaram aumentos significativos na porcentagem de carne na carcaça quando suplementaram as dietas para suínos em terminação com níveis de 5, 10 e 20 ppm de ractopamina. Corassa et al. (2010) não observaram efeito da inclusão de 5 e 10 ppm sobre o percentual de carne magra na carcaça para machos castrados, relatando médios de 52,32%, sendo estes inferiores aos encontrados no presente estudo.

Neste estudo não se observou efeito ($P>0,05$) para a quantidade de carne magra na carcaça. Este resultado está de acordo com Souza Filho et al. (2000), Arouca et al. (2004) e Oliveira et al. (2003 b) que também não observaram efeito dos níveis de lisina da dieta sobre a quantidade de carne na carcaça de suínos machos castrados em fase de terminação tardia, dos 90 aos 125 kg.

Conforme relato de Corassa et al. (2013) embora não se tenha observado efeito dos níveis de lisina digestível sobre o percentual de carne magra na carcaça, verificaram aumento linear da quantidade de carne magra na carcaça de acordo com o aumento dos

níveis de lisina digestível para suínos machos castrados e fêmeas na fase de terminação, justificando este fato em relação ao aumento linear observado no peso da carcaça quente.

Santos et al. (2011) observaram que níveis de lisina digestível influenciaram ($P < 0,05$) a quantidade de carne na carcaça, que aumentou de forma linear, conforme o aumento da lisina digestível nas dietas. Também observaram aumento linear na quantidade de carne com o aumento dos níveis de lisina da dieta Lougmillier et al. (1998) e Cline et al. (2000), em pesquisa com fêmeas na fase de terminação, respectivamente, dos 91 aos 113 kg e dos 54 aos 116 kg.

Não houve efeito dos níveis de lisina digestível sobre os parâmetros de qualidade de carne destes animais ($P > 0,05$), contudo os valores da força de cisalhamento neste trabalho classifica a carne como dura, ou com perda de maciez, uma vez que, o valor limite para a dureza da carne suína segundo Van Der Wal et al. (1988), Ourique & Nicolaiewsky (1990) e Rosa et al. (2001) é de 3,4 kgf, desde o processo de transformação do músculo em carne, que se dá 24 horas após o abate, necessitando de tecnologias, como a maturação, visando aumentar a sua maciez.

O uso do referido agonista em suínos leva à obtenção de uma carne menos macia, como foi demonstrado em vários estudos (Warriss et al. 1990, Xiong et al. 2006, Athayde et al. 2012). Alguns trabalhos entretanto, não demonstram influência da RAC na maciez da carne de suínos (Bridi et al. 2006, Garbossa et al. 2013).

Uma meta-análise conduzida por Apple et al. (2007) mostrou que a força de cisalhamento aumentou em 4.4, 10.9 e 8.6% quando os animais foram suplementados com 5, 10 e 20 ppm de RAC respectivamente.

Entretanto após o período de maturação de 14 dias, independente do nível de lisina digestível nas dietas temos o restabelecimento da maciez da carne, ficando os valores médios dos tratamentos em 2,62 kgf.

As perdas de água por cocção não foram influenciadas pelos níveis de lisina digestível nas dietas. Da mesma forma, Bridi et al. (2006), não observaram efeitos da ractopamina sobre os parâmetros de perda de água. Por outro lado, Almeida et al. (2010a) e Garbossa et al (2013) verificaram menor perda de água no gotejamento e Watanabe et al. (2012) verificaram maior perda de água na cocção decorrente da adição de ractopamina nas dietas.

Por outro lado há uma diminuição nas perdas por cocção com o processo de maturação da carne independente mente do tratamento. Esta diminuição da perda por cocção, diferentemente da maciez é observada desde os sete dias de maturação.

Segundo Paulk et al. (2014) o aumento de perda de água durante o cozimento pode ter um efeito negativo na palatabilidade do consumidor e pela perda dos benefícios associados como o aumento da suculência, devido à redução da umidade do produto cozido.

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

A maciez da carne pode ser influenciada pela a atividade de enzimas proteolíticas *pós mortem*, que incluem calpains, catepsinas, o complexo multicatalítico de protease e também as matrizes metaloproteinases (MMPs) (Geesink & 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 Segundo 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).

5. CONCLUSÃO

A ractopamina afetou a demanda de lisina, sendo o nível de lisina digestível para atender as exigências nutricionais de suínos machos castrados na fase final de terminação recebendo dietas com 10 ppm de ractopamina por 21 dias e mantidos em ambiente termoneutro é de 1,1%, o que corresponde a 35,45 g de lisina digestível por dia.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, M.L.T.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M.; OLIVEIRA, A.L.S.; SANTOS, F.A.; PEREIRA, A.A. Níveis de lisina digestível em rações, utilizando-se o conceito de proteína ideal, para suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne magra na carcaça dos 60 aos 95 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.54-61, 2007.

ALMEIDA, E.C.; FIALHO, E.T.; RODRIGUES, P.B.; ZANGERONIMO, M.G.; LIMA, J.A.F.; FONTES, D.O. Ractopamine and lysine levels on performance and carcass characteristics of finishing pigs. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1961-1968, 2010.

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

ALMEIDA, V. V., NUÑEZ, A. J. C., SCHINCKEL, A. P., ANDRADE, C., BALIEIRO, J. C. C., SBARDELLA, M., & MIYADA, V. S. Time-response relationship of ractopamine feeding on growth performance, plasma urea nitrogen

- concentration, and carcass traits of finishing pigs. **Journal of animal science**, 91, 811-818, 2013.
- AMARAL, N.O. FIALHO, E.T.; CANTARELLI, V.S.; ZANGERONIMO, M. G.; RODRIGUES, P. B.; GERÃO, V. C.; Ractopamine hydrochloride in formulated rations for barrows or gilts from 94 to 130 kg. **Journal of Animal Science**, v. 38, p. 1494-1501, 2009.
- ANDRETTA, I., LOVATTO, P. A., SILVA, M. K. D., LEHNEN, C. R., LANFERDINI, E., & KLEIN, C. C. Relationship among ractopamine, nutritional variables and performance in pigs: a meta-analytic study. **Ciência Rural**, 41, 186-191, 2011.
- APPLE, J. K., RINCKER, P. J., MCKEITH, F. K., CARR, S. N., ARMSTRONG, T. A., & MATZAT, P. D. Review: Meta-analysis of the ractopamine response in finishing swine. **The Professional Animal Scientist**, V.23, 179-196. 2007.
- APPLE, J.K.; MAXWELL, C.V.; BROWN, D.C. Effects of dietary lysine and energy density on performance and carcass characteristics of finishing pigs fed ractopamine. **Journal of Animal Science**, v.82, p.3277-287, 2004.
- AROUCA, C.L.C.; FONTES, D.O.; FERREIRA, W.M.; SILVA, M.A.; PEREIRA, F.A. Exigências de lisina, com base no conceito de proteína ideal, para suínos machos castrados, de 95 a 122kg, selecionados para deposição de carne magra. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, n.6, p.773-781, 2004.
- AROUCA, C.L.C; FONTES, D.O.; VELOSO, J.A.F.; MOREIRA, H.F.V.; MARINHO, P.C. Exigências de lisina, com base no conceito de proteína ideal, para suínos machos castrados, de 95 a 122kg, selecionados para deposição de carne magra. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**,v.57, n.1, p.104-111, 2005.
- ASMUS, M. 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**, 2014.

- ATHAYDE, N.B.; DALLA COSTA, O.A.; ROÇA, R.O.; GUIDONI, A.L.; LUDTKE, C.B.; LIMA, G.J.M.M. Meat quality of swine supplemented with ractopamine under commercial conditions in Brazil. **Journal of Animal Science**, v.90, p.4604-4610, 2012
- BRIDI, A.M.; OLIVEIRA, A.R.; FONSECA, N.A.N.; FONSECA, N.; SHIMOKOMAKI, M.; COUTINHO, L. L.; SILVA, C. A.; Efeito do genótipo halotano, da ractopamina e do sexo do animal na qualidade da carne suína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.2027-2033, 2006.
- CHA, M. C., & PURSLOW, P. P. 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, 159-166 2012.
- CLINE, T.R.; CROMWELL, G.L.; CRENSHAW, T.D.; EWAN, R. C.; HAMILTON, C. R.; LEWIS, A. J.; MAHANAND, D. C.; SOUTHERN, L. L.; Further assessment of the dietary lysine requirement of finishing gilts. **Journal of Animal Science**, v.78, p.987-992, 2000.
- CORASSA, A.; KIEFER, C.; NIETO, V. M. O. S.Níveis de lisina digestível em dietas contendo ractopamina para suínos em terminação, **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.**, Salvador, v.14, n.3, p.485-489., 2013
- CORASSA, A.; LOPES, D.C.; TEIXEIRA, A.O. Desempenho, características de carcaça e composição óssea de suínos alimentados com diferentes níveis de ractopamina e fitase. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1740-1747, 2010.
- DUNSHEA, F.R.; KING, R.H. and CAMPBELL, R. G. Interrelationships between dietary protein and ractopamine on protein and lipid deposition in finishing gilts. **Journal of Animal Science**, v.71, p.2931-2941, 1993.
- FERREIRA, A. S. ; OLIVEIRA JUNIOR, G. M. ; SILVA, F. C. O. ; OLIVEIRA, R. F. M. ; SILVA, E. P. . Ractopamine for Pigs: A Review about Nutritional Requirements. **Journal of Basic & Applied Sciences**, v. 9, p. 276-285, 2013.
- FONTES, D. O.; DONZELE, J. L.; OLIVEIRA, R. F. M.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; SILVA, F. C. O.; Levels of lysine for gilts with high genetic potential for lean

- meat deposition from 30 to 60 kg, mantaining constant the relation of lysine and methionine+cystine, threonine, tryptophan, isoleucine and valine. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 776-783, 2000.
- FORTES, E.I.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M.; SARAIVA, A.; SILVA, F.C.O.; SOUZA, M.F. Sequências de lisina digestível para suínos de duas linhagens selecionadas para alta deposição de carne. **Revista Brasileira Saúde e Produção Animal** [online], v.13, p.480-490, 2012.
- FRIESEN, K.G.; NELSSSEN, J.L.; GOODBAND, R.D.; TOKACH, M. D.; UNRUH, J. A.; KROPF, D. H.; KERR, B. J.; Influence of dietary lysine on growth and carcass composition of high-lean-growth gilts fed from 34 to 72 kilograms. *J. Anim. Sci.*, v.72, p.1761-1770, 1994.
- GARBOSSA, C.A.P.; SOUZA, R.V.; CANTARELLI, V. S.; PIMENTA, M. E. S. G.; ZANGERONIMO, M. G.; SILVEIRA, H.; KURIBAYASHI, T. H.; CERQUEIRA, L. G . S.; Ractopamine levels on performance, carcass characteristics and quality of pig meat. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.42, p.325-333, 2013.
- GASPAROTTO, L.F.; MOREIRA, I.; FURLAN, A.C.; MARTINS, EL. N.; MARCOS JÚNIOR, M.; Exigência de lisina, com base no conceito de proteína ideal, para suínos machos castrados de dois grupos genéticos, na fase de crescimento. *R. Bras. Zootec.*, n.30, v.6, p.1742-1749, 2001.
- GATTÁS, G.; SILVA, F. C. O.; BARBOSA, F. F.; DONZELE, S. L.; FERREIRA, S.; OLIVEIRA, R. F. M.; Níveis de lisina digestível em dietas para suínos machos castrados dos 60 aos 100 dias de idade. **Revista Brasileira de zootecnia**, vol.41 n.1 p.91-97,2012.
- GEESINK, G. H., & VEISETH, E. Muscle enzymes: Proteinases. In **L. M. L. Nollet, & F. Toldrá (Eds.)**, Handbook of muscle foods analysis (p. 91–110). CRC Press, 2009.

- HAHN, J.D.; BIEHL, R.R.; BAKER, D.H. Ideal digestible lysine for early and late-finishing swine. **Journal of Animal Science**, v.73, n.3773-784, 1995.
- HUYNH, T.T.T; AARNINK, A.J.A; VERSTEGEN, M.W.A.; GERRITS, W. J. J.; HEETKAMP, M. J. W.; KEMP, B.; CANH, T. T.; Effects of increasing temperatures on physiological changes in pigs at different relative humidities. **Journal of Animal Science**, v.83, p.1385-1396, 2005.
- HINSON, R. B., WIEGAND, B. R., RITTER, M. J., ALLEE, G. L., & CARR, S. N. 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, 2011.
- KIEFER, C., & SANCHES, J. F. . Meta-analysis of the ractopamine levels in diets for finishing pigs. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 38(6), 1037-1044 2009.
- KIEFER, C.; MOURA, M.S.; SILVA, E.A.; SANTOS, A.P.; SILVA, C.M.; LUZ, M.F.; NANTES, C.L. Respostas de suínos em terminação mantidos em diferentes ambientes térmicos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal** [online], v.11, n.2, p.496-504, 2010.
- LOUGHMILLER, J.A.; NELSEN, J.L.; GOODBAND, R.D.; TOKASH, M. D.; TITGEMEYER, E. C.; KIM, I. H.; Influence of dietary lysine on growth performance and carcass characteristics of late-finishing gilts. **Journal of Animal Science**, v.76, p.1075-1080, 1998.
- LIM, D. G., JO, C., SEO, K. S., & NAM, K. C. Comparison of meat quality of loins and butts in different two-way crossbred pigs. **Livestock Science**, v. 161, p. 210-217, 2014.
- MARINHO, P.C.; FONTES, D.O.; SILVA, F.C.O.; SILVA, M.A.; PEREIRA, F.A.; AROUCA, C.L.C. Efeito dos níveis de lisina digestível e da ractopamina sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos machos castrados em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1791-1798, 2007.

- MOORE, K. L., DUNSHEA, F. R., MULLAN, B. P., HENNESSY, D. P., & D'SOUZA, D. N. Ractopamine supplementation increases lean deposition in entire and immunocastrated male pigs. **Animal Production Science**, 49, 1113-1119, 2009.
- MORAES, E.; KIEFER, C. SILVA, I.S. Ractopamina em dietas para suínos machos imunocastrados, castrados e fêmeas. **Ciênc. Rural**, v. 40, n. 2, p. 409-414, 2010.
- MOREIRA, I., GASPAROTTO, L.F., FURLAN, A. C.; PATRÍCIO, V. M. I.; OLIVEIRA, G. C.; Exigência de lisina para machos castrados de dois grupos genéticos de suínos na fase de terminação, com base no conceito de proteína ideal. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v. 31, p. 96-103, 2002.
- OLIVEIRA, A.L.S.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M.; FERREIRA, A. S.; MOITA, A. M. S.; GENEROSO, R. A. R.; Lisina em rações para suínos machos castrados selecionados para deposição de carne magra na carcaça dos 110 aos 125 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.1, p.150-155, 2003a.
- OLIVEIRA, A.L.S.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M.; LOPES, D.C.; MOITA, A.M.S.; SILVA, F.C.O.; FREITAS, L.S. Lisina em rações para suínos machos castrados selecionados para deposição de carne magra na carcaça dos 95 aos 110 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.337-343, 2003b.
- OLIVEIRA, A. L. S.; DONZELE, J. L.; SILVA, F. C. O.; OLIVEIRA, R. F. M.; ABREU, M. L. T.; PEREIRA, A. A.; SCOTTÁ, B. A. Lisina digestível em dietas para suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne magra na carcaça dos 60 aos 95 kg. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, vol.15 no.4, 2014.
- OURIQUE, J.M.R.; NICOLAIEWSKY, S. Características físico-químicas e organolépticas e suas relações na avaliação da qualidade de carne suína. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.2, n.2, p.118- 125, 1990.
- PAULK, C. B., TOKACH, M. D., NELSEN, J. L., BURNETT, D. D., VAUGHN, M. A., PHELPS, K. J., GONZALEZ, J. M. Effect of dietary zinc and ractopamine hydrochloride on pork chop muscle fiber type distribution, tenderness, and color characteristics. **Journal of animal science**, v. 92, p. 2325-2335, 2014.

PEREIRA, F.A.; FONTES, D.O.; SILVA, F.C.O.; FERREIRA, W. M.; LANNA, A. M.; CORRÊA, M. Q.; SILVA, G. S. S.; MARINHO, P. C.; AROUCA, C. L. C.; SALUM, G. M.; Efeitos da ractopamina e de dois níveis de lisina digestível na dieta sobre o desempenho e características de carcaça de leitoas em terminação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.4, p.943-952, 2008.

PETERSON, C. M., PILCHER, C. M., ROTHE, H. M., MARCHANT-FORDE, J. N., RITTER, M. J., CARR, S. N., ELLIS, M. Effect of feeding ractopamine hydrochloride on growth performance and responses to handling and transport in heavy-weight pigs. **Journal of Animal Science**, v. 93, p. 1239-1249, 2015.

R-PROJECT, 2016. R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, 2016.

RIKARD-BELL, C.; CURTIS, M.A.; VAN BARNEVELD, R.J.; MULLAN, B. P.; EDWARDS, A. C.; GANNON, N. J.; HENMAN, D. J.; HUGHES, P. E.; DUNCHEA, F. R.; Ractopamine hydrochloride improves growth performance and carcass composition in immunocastrated boars, intact boars, and gilts. **Journal of Animal Science**. v. 87, p. 3536-3543, 2009.

RIKARD-BELL, C. V., PLUSKE, J. R., VAN BARNEVELD, R. J., MULLAN, B. P., EDWARDS, A. C., GANNON, N. J., DUNSHEA, F. R. 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, 8-17, 2013.

ROCHA, L. M., BRIDI, A. M., FOURY, A., MORMEDE, P., WESCHENFELDER, A. V., DEVILLERS, N., FAUCITANO, L. 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**, v. 91, p. 3965-3977, 2013.

- ROSA, A.F.; SOBRAL P.J.A.; LIMA, C.G.; GOMES, J.D.F. - Determinação das características físico-químicas da carne de suínos em fase de crescimento - **Revista TeC Carnes** - Campinas, SP, v.3, n.1, p.13-18, 2001
- SANCHES, J.F.; KIEFER, C.; MOURA, M.S. SILVA, C. M.; LUZ, M. F.; CARRIJO, A. S.; Níveis de ractopamina para suínos machos castrados em terminação e mantidos sob conforto térmico. **Ciência Rural**, v.40, n.2, p.403-408, 2010a.
- SANCHES, J.F.; KIEFER, C.; CARRIJO, A.S.; MOURA, M. S.; SILVA, E. A.; SANTOS, A. VP.; Níveis de ractopamina para suínos machos castrados em terminação mantidos sob estresse por calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1523-1529, 2010b.
- SANTOS, F.A.; DONZELE, J.L.; SILVA, F.C.O.; OLIVEIRA, R.F.M.; ABREU, M.L.T.; SARAIVA, A.; HAESE, D.; LIMA, A.L. Níveis de lisina digestível para suínos machos castrados de alto potencial genético dos 95 aos 125 kg. **Revista Brasileira de zootecnia**, v.40, n.5, p.1038-1044, 2011.
- SEE, M.T.; ARMSTRONG, T.A.; and WELDON, W.C. Effect of a ractopamina feeding program on growth performance and carcass composition in finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.82, p.2474-2480, 2004.
- SILVA, M.L.F.; WOLP, R.C; AMARAL, N.O.; CARVALHO JÚNIOR, F.M.; PEREIRA, L.M.; RODRIGUES, V.V.; FIALHO, E.T. Efeito da ractopamina em rações com diferentes níveis de lisina sobre as características de carcaça de suínos machos castrados e fêmeas. PorkExpo& IV Fórum Internacional de Suinocultura. **Anais**. p.111-113, 2008.
- SOUZA FILHO, G.A.; LIMA, J.A.F.; FIALHO, E.T.; Efeito de planos de nutrição e de genótipos sobre características físicas de carcaça de suínos. **Ciência Agrotécnica**, v.24, p.1060-1067, 2000.
- STRYDOM, P.E.; FRYLINCK, L.; MONTGOMERY, J.L.; SMITH, M.F. The comparison of three β -agonists for growth performance, carcass characteristics and meat quality of feedlot cattle. *Meat Science*, v. 81, p. 557-564, 2009.

Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: composição de Alimentos e Exigências Nutricionais. 3.ed. Viçosa:UFV, 2011. 252p.

VAN DER WAL, P. G. VAN DER; BOLINK, A.H., MERKUS, G.S.M. Differences in quality characteristics of normal, PSE and DFD pork. **Meat Science**, Oxford, v.24, n.1, p.79-84, 1988.

WARRIS, P.D.; BROWN, S.N.; ROLPH, T.P.; KESTIN, S. C.; Interactions between the beta-adrenergic agonist salbutamol and genotype on meat quality in pigs. **Journal of Animal Science**, v.68, p.3669-76, 1990.

WATANABE, P.H., THOMAZ, M.C., PASCOAL, L.A.F.; RUIZ, U. S.; DANIEL, E.; AMORIM, A. B.; CRISTANI, J.; CASTRO, F. F.; Qualidade da carne de fêmeas suínas alimentadas com diferentes concentrações de ractopamina na dieta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, p.1381-1388, 2012.

WEBSTER, M.J.; GOODBAND, R.D.; PAS TOKACH, M.D.; NELSSSEN J.L., DRITZ, S.S.; UNRUH, J.A.; BROWN, K.R.; REAL, D.E.; DEROUCHAY, J.M.; WOODWORTH, J.C.; GROESBECK, C.N.; MARSTELLER, T.A. Interactive Effects Between Ractopamine Hydrochloride and Dietary Lysine on Finishing Pig Growth Performance, Carcass Characteristics, Pork Quality, and Tissue Accretion. **The Professional Animal Scientist**, v.23, p.597-611, 2007.

XIONG, Y. L., GOWER, M.J.; LI, C.; ELMORE, G. L.; CROWELL, M. D.; LINDEMANN, M. D.; Effect of dietary ractopamine on tenderness and postmortem protein degradation of pork muscle. **Meat Science**, v.73, p.600-604, 2006.

CAPÍTULO IV

Lisina digestível para fêmeas suínas na fase final de terminação, criadas em zona de conforto térmico

(O artigo foi formatado de acordo com as normas para publicação na Revista Brasileira de Zootecnia – RBZ e adaptado para leitura de teses da Universidade Federal de Viçosa)

RESUMO: Objetivando-se avaliar o efeito dos níveis de lisina digestível para fêmeas suínas na fase final de terminação e mantidas em ambiente termoneutro, foram utilizados 45 fêmeas suínas, híbridas comerciais, com peso médio inicial de 102 kg, em um experimento em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e nove repetições, com um animal por unidade experimental. Os tratamentos usados foram 0,7; 0,8; 0,9; 1,0 e 1,1% de lisina digestível nas dietas para suínos em terminação por 21 dias. Os níveis de lisina digestível não afetaram os parâmetros de desempenho, bem como as características de carcaça e de qualidade de carne. O nível de lisina digestível, para fêmeas suínas, na fase final de terminação, mantidas em ambiente termoneutro é de 0,7% para o consumo de 2,602kg de dieta, o que corresponde a 18,21g de lisina digestível por dia.

Palavras chave: qualidade de carne, características de carcaça, desempenho, quantidade de lisina

ABSTRACT: In order to evaluate the effect of digestible lysine levels for sows in the final finishing phase and maintained in thermoneutral environment, we used swine 45fêmeas, commercial hybrids, with initial weight of 102 kg in a completely randomized design in experiment with five treatments and nine replications, with one animal per experimental unit. The treatments were 0.7; 0.8; 0.9; 1.0 and 1.1% of digestible lysine in diets for finishing pigs for 21 days. The lysine levels did not affect the performance parameters and carcass traits and meat quality. The level of digestible lysine for sows in the late finishing stage kept in a thermoneutral environment is 0.7% for the consumption of diet 2,602kg, which corresponds to 18,21g of lysine per day.

Key words: meat quality, carcass characteristics, performance, amount of lysine

1. INTRODUÇÃO

A eficiência alimentar na nutrição animal destaca-se pela busca em uma melhor utilização dos nutrientes. Entretanto para o êxito desta eficiência exige-se como pré-requisito o conhecimento do valor nutricional dos ingredientes e das exigências nutricionais dos diferentes genótipos e categorias de animais criadas nas diversas condições ambientais.

No ciclo de produção de suínos, a fase de terminação é a que apresenta maior transformação na composição da carcaça e, ao mesmo tempo, pior conversão alimentar, sendo necessário um aumento no consumo de ração para produzir um quilo de carne (Cantarelli et al., 2009).

A suinocultura utiliza novos modelos aplicados ao sistema de produção, por meio de melhoramento genético e nutrição (Iocca et al., 2015). Com objetivos específicos o melhoramento genético, busca animais precoces, eficientes e que apresentam carcaças com elevada relação carne:gordura, associada a um ótimo padrão de qualidade, sendo seu principal desafio aumentar o rendimento de carne magra nas carcaças sem interferir negativamente na sua qualidade sensorial (Silva et al., 2015) em sintonia com as mudanças nos hábitos alimentares dos consumidores que ditam a demanda do mercado.

Outro fator que deve ser levado em consideração é o conhecimento das exigências nutricionais de acordo com a categoria (fêmeas, machos castrados, machos inteiros e imunocastrados), já que cada uma apresenta formas diferentes de aproveitamento dos nutrientes em função do metabolismo.

Adicionalmente, o aumento do peso de abate acarreta alteração na exigência, principalmente em função da mudança da curva de crescimento dos tecidos, que com o aumento da idade de abate do animal, a taxa de deposição de gordura ultrapassa a taxa

de deposição de carne, sendo necessários mais estudos genéticos e nutricionais para se produzir animais mais pesados com uma qualidade de carcaça e carne desejada para o mercado.

Para ter eficiência no aproveitamento dos nutrientes é necessário que todos os aminoácidos essenciais estejam em quantidades adequadas, tendo a lisina como aminoácido referência, para formação da síntese proteica, como sugere a proteína ideal, principalmente da lisina digestível, para obtenção de melhor resultado de desempenho e características desejadas de carcaça, já que essas linhagens apresentam ritmos diferenciados de crescimento e altas taxas de deposição de tecido muscular magro, no qual a lisina é prontamente requerida.

O experimento foi realizado com o objetivo de avaliar níveis de lisina digestível para fêmeas suínas na fase final de terminação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida com a aprovação do Comitê de Ética para Uso de Animais em Pesquisa da Universidade Federal de Viçosa (CEUA/UFV) registrada sobre o número: 10/2011.

O experimento foi conduzido no período de maio a junho de 2012, no Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais, cujo município está localizado a uma latitude de 20° 45' 45" sul e longitude de 42° 52' 04" oeste, com altitude de 657 m.

Foram utilizados por 21 dias, 45 fêmeas suínas, de alto potencial genético para deposição de carne, com peso inicial de 102,1 kg \pm 1,2 kg, e aproximadamente 130 dias de idade. Os animais foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizados

com cinco tratamentos e nove repetições com um animal por unidade experimental. Os tratamentos foram: 18,2; 20,8; 23,4; 26,0 e 28,6 gramas por dia.

As dietas utilizadas no experimento (TABELA 1) foram formuladas para atender as necessidades nutricionais para suínos em fase final de terminação de acordo com o conceito de proteína ideal tendo-se como base as recomendações contidas em TABELAS BRASILEIRAS PARA AVES E SUÍNOS (2011), com aumento de 13% na proteína bruta, 8,4% na energia metabolizável, 31,6% de fósforo e 36,1% de cálcio. As relações aminoacídicas foram mantidas constantes em todas as dietas experimentais. O inerte foi usado em todas as dietas para assegurar a variação na inclusão de aminoácidos à dieta.

Os animais passaram por um período de adaptação de quatro dias consumindo ração basal e água à vontade, antes de se iniciar o experimento. Durante este período o consumo de ração foi mensurado para se determinar o consumo padrão (g/dia/animal) para fornecimento de ração nos primeiros dias do experimento, visando verificar apenas o efeito da lisina digestível sobre os animais.

Após a adaptação, os animais foram pesados e distribuídos de forma aleatória dentro dos tratamentos experimentais. O fornecimento de ração foi determinado pelo menor consumo aferido dentro de cada repetição durante o período de adaptação, em duas refeições diárias: às 07:00 e às 15:00 horas e aumentado a cada três dias sem que houvesse sobras até o final do experimento. O consumo médio de ração foi calculado em função do consumo total no período dividido pela duração do experimento. A água foi fornecida à vontade aos suínos.

Tabela 7 – Composições centesimais e calculadas das dietas experimentais

Ingredientes (%)	Níveis de Lisina (%)				
	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10
Milho	66,924	66,924	66,924	66,924	66,924
Farelo de soja (45%)	22,550	22,550	22,550	22,550	22,550
Óleo Vegetal	6,669	6,669	6,669	6,669	6,669
F.Bicálc.	1,158	1,158	1,158	1,158	1,158
Calcário	0,761	0,761	0,761	0,761	0,761
Sal	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358
L-LisHCl	-	0,128	0,257	0,385	0,513
DL-Met.	-	0,053	0,120	0,187	0,254
L-treonina	-	0,054	0,129	0,204	0,279
L-triptofano	-	-	0,010	0,030	0,050
L-Valina	-	-	0,007	0,087	0,167
Supl. Mineral ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Supl. Vitamínico ²	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
BHT	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
Inerte	1,365	1,130	0,842	0,472	0,101
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composições Calculadas ³					
EM (kcal/kg)	3500	3500	3500	3500	3500
Proteína bruta (%)	15,73	15,73	15,73	15,73	15,73
Lisina dig. (%)	0,700	0,800	0,900	1,000	1,100
Met.+Cist. dig. (%)	0,476	0,528	0,594	0,660	0,726
Met;Lis	0,680	0,660	0,660	0,660	0,660
Triptofano dig. (%)	0,169	0,169	0,178	0,198	0,218
Trip/Lis	0,241	0,211	0,198	0,198	0,198
Treonina dig. (%)	0,537	0,590	0,663	0,737	0,811
Treo/Lis	0,767	0,738	0,737	0,737	0,737
P disponível (%)	0,304	0,304	0,304	0,304	0,304
Cálcio (%)	0,645	0,645	0,645	0,645	0,645

¹Contendo por kg de dieta: 100 mg de ferro; 10 mg de cobre; 1 mg de cobalto; 40 mg de manganês; 100 mg de zinco e 1,5 mg de iodo.

²Contendo por kg de dieta: 8.000 UI de vit. A; 1.200 UI de vit. D₃; 20 UI de vit. E; 2 mg de vit. K₃; 1 mg de vit. B₁; 4 mg de vit. B₂; 22 mg de ácido nicotínico; 16 mg de ácido pantotênico; 0,50 mg de vit. B₆; 0,020 mg de vit B₁₂; 0,4 mg de ácido fólico; 0,120 mg de biotina; 400 mg de colina e 30 mg de antioxidante.

Os animais foram alojados em baias localizadas em galpão de alvenaria, com piso de concreto e telhado com telha de barro.

As temperaturas no interior do galpão foram monitoradas por meio de termômetros de máxima e mínima, diariamente às 15 horas.

Os animais foram pesados no início e no final do experimento (21 dias após o início). Após a pesagem aos 21 dias foram abatidos os suínos mais pesados e aqueles que estavam com peso de até 1,5% menor do que o do mais no pesado. Os demais suínos permaneceram nas baias com o mesmo manejo e alimentação até atingir o peso de abate dos mais pesados. Entretanto para efeitos de desempenho só foram considerados os pesos finais no dia do primeiro abate.

Os animais foram abatidos, após jejum de 24 horas, seguindo-se as normas de abate humanitário com insensibilização por choque elétrico seguido de sangramento e, procedimentos de higienização das carcaças como descrito na Instrução Normativa Número 3 de janeiro de 2000 do Ministério da Agricultura e Abastecimento.

As carcaças inteiras incluindo cabeça e pés foram pesadas e serradas longitudinalmente ao longo da coluna vertebral. As meias-carcaças também foram pesadas individualmente e armazenadas em câmara fria com temperaturas de 0 a 4 °C por 24 horas.

Foram avaliados o comprimento da carcaça (mensurado a partir do bordo cranial da sínfese pubiana até o bordo cranial do atlas, com o auxílio de uma fita métrica), o peso da carcaça quente e fria, a espessura de toucinho no ponto P2 a 6,5 cm da linha dorso-lombar, a profundidade muscular do *Longissimus dorsi* à altura da última costela com a cobertura de gordura correspondente, incluindo a pele.

Também foi realizado o rendimento de carcaça expresso como o peso da carcaça quente em relação ao peso de abate após jejum $\times 100$; rendimento de carne total expresso pelo peso da carcaça em relação à percentagem de carne; percentagem de carne.

Foram retiradas amostras do músculo *Longissimus dorsi* e levadas para o Laboratório de Carnes do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa para posteriores análises.

Foi utilizada uma amostra de carne, bife com 2,54 centímetros de espessura (mais ou menos 100 gramas) para a mensuração de perda de água por gotejamento. A amostra foi pesada, colocada em uma rede de plástico e suspensa dentro de um saco plástico, na grade da geladeira, de forma que não houvesse contato entre a carne e o saco. O conjunto foi mantido em uma temperatura refrigerada (4°C) por 48 horas. Após a permanência pelo tempo estipulado a carne foi pesada e a quantidade de água perdida por gotejamento foi calculada em função do peso inicial.

A perda de líquido por cocção foi realizada nas amostras 48 horas na geladeira (mesmas amostras da perda de líquido por gotejamento) e nas amostras que ficaram armazenadas a 4°C por um período de maturação de 7 e 14 dias. Para perda de líquido por cocção, a amostra permaneceu por 30 minutos à temperatura ambiente, sendo, em seguida, assada em forma com grelha. O forno foi previamente aquecido por 20 minutos a 150°C. As amostras foram assadas sem adição de qualquer condimento, até atingirem a temperatura interna de 71°C. O monitoramento da temperatura interna dos bifes foi realizado com termômetros tipo K, cuja sonda foi inserida no centro geométrico dos bifes. Depois de atingida a temperatura interna desejada, os bifes foram retirados do forno e mantidos à temperatura ambiente para resfriarem. A seguir, foram embalados, identificados e deixados por mais 24 horas na geladeira, sendo pesados novamente após este período.

As mesmas amostras (bifes) usadas anteriormente foram usadas para análise de maciez. A maciez da carne foi estimada através da força de cisalhamento. Foram retiradas seis subamostras cilíndricas, de 1,27 cm de diâmetro, de cada bife, de forma paralela à orientação das fibras musculares, utilizando-se um amostrador de aço inox,

devidamente afiado. As subamostras cilíndricas foram cisalhadas perpendicularmente à orientação das fibras musculares, utilizando-se lâmina de corte em “V” invertido, com angulação de 60° e espessura de 1,06 mm de espessura e velocidade fixa de 25 mm/segundo, acoplada ao aparelho de Warner-Bratzler.

Foram realizadas análises de variância e regressão sobre as quantidades de lisina, segundo os procedimentos do programa R (R-Project, 2016). Foi considerado o valor de α limite de 5,0%.

3. RESULTADOS

Os valores médios das temperaturas máximas e mínimas, registrados durante o período experimental, foram de $24,8 \pm 1,2^{\circ}\text{C}$ e $17,7 \pm 2,6^{\circ}\text{C}$ respectivamente.

Não foi observado efeito significativo ($P>0,05$) para nenhum dos parâmetros avaliados de desempenho e características de carcaça, conforme dados apresentados na tabela 8.

Também não foi observado efeito significativo ($P>0,05$) para nenhum dos parâmetros avaliados de qualidade de carne, conforme dados apresentados na tabela 9.

Tabela 8 – Pesos, consumo de ração e de lisina, ganho de peso, conversão alimentar, comprimento de carcaça, espessura de toucinho, profundidade de músculo, pesos de carcaça, rendimento de carcaça e quantidade de carne magra em função das quantidades de lisina digestível.

Parâmetros	Quantidades de Lisina					CV	p-valor
	18,2	20,8	23,4	26,0	28,6		
peso inicial (kg)	102,1±1,1	102,2±1,0	102,6±1,20	102,6±1,1	102,5±1,0		
consumo diario de ração (g/dia)	2602±33,8	2602±33,8	2602±33,8	2602±33,8	2602±33,8		
ganho de peso diario (g/dia)	1046±40,7	973±21,5	981±25,2	977±28,7	953±24,7	8,8	0,053
conversão alimentar (g/g)	2,527±0,1	2,683±0,07	2,664±0,06	2,679±0,07	2,742±0,06	9,7	0,129
comprimento de carcaça (cm)	101,3±0,9	100,7±1,2	102,0±0,7	100,3±1,3	102,8±1,2	3,2	0,462
espessura de toucinho (mm)	29,8± 2,0	25,6±0,9	28,6±1,9	30,1±2,2	28,2±1,0	17,9	0,816
espessura de toucinho em P2 (mm)	13,8±1,1	13,4±0,8	15,9±1,5	17,7±1,0	13,9±0,9	21,7	0,200
profundidade de musculo (mm)	8,1±0,2	8,3±0,2	7,9±0,4	8,4±0,2	7,6±0,2	9,6	0,230
carcaça quente (kg)	102,0±0,8	102,5±1,3	102,2±1,1	103,1±0,7	103,0±1,0	2,9	0,424
rendimento de carcaça (%)	83,5±0,5	83,5±0,4	83,8±0,4	84,2±0,4	83,840±0,2	1,5	0,300
carne magra na carcaça (kg)	54,8±0,7	55,2±0,7	53,9±0,6	53,5±0,6	55,2±0,5	3,5	0,675

*Não foram constatadas diferenças significativas ($P>0,05$) em nenhum dos parâmetros estudados

Tabela 9 – Carcaça direita quente, carcaça direita resfriada, perda de carcaça no resfriamento, carne magra na carcaça, perdas de água no gotejamento, cozimento e força de cisalhamento no 1º, 7º e 14º dia em função das quantidades de lisina digestível.

Parâmetros	médias					CV	p-valor
	18,2	20,8	23,4	26,0	28,6		
carcaça direita quente (kg)	51,8±0,6	52,1±0,7	52,0±0,5	51,7±0,4	52,0±0,7	3,5	0,949
carcaça direita resfriada(kg)	50,9±0,6	51,3±0,7	51,1±0,5	50,8±0,3	51,2±0,7	3,5	0,981
perda de carcaça no resfriamento (%)	1,7±0,1	1,7±0,1	1,7±0,1	1,7±0,1	1,5±0,1	16,5	0,234
rendimento de carne magra na carcaça (%)	57,0±0,7	57,3±0,5	55,6±1,0	54,3±0,7	57,0±0,621	3,9	0,213
perda de água por gotejamento (%)	6,9±1,0	7,0±0,8	6,2±0,9	7,9±0,6	7,8±0,7	35,3	0,322
perda de água por cocção DIA1 (%)	22,8±1,7	21,6±1,0	22,2±0,9	23,2±0,8	21,6±0,9	14,7	0,828
força de cisalhamento DIA 1 (Kgf)	3,4±0,2	3,3±0,2	3,7±0,2	3,9±0,2	3,7±0,2	16,1	0,086
perda de água por cocção DIA7 (%)	21,8±0,8	20,3±0,7	21,8±0,7	21,0±1,1	20,1±0,7	11,6	0,303
força de cisalhamento DIA 7 (Kgf)	2,7±0,2	2,6±0,1	2,9±0,2	2,6±0,1	2,7±0,2	21,0	0,891
perda de água por cocção DIA14 (%)	22,5±1,4	21,8±1,0	19,6±0,9	20,5±1,1	22,4±1,5	16,9	0,689
força de cisalhamento DIA 14 (Kgf)	2,3±0,1	2,2±0,1	2,2±0,2	2,2±0,1	2,2±0,2	20,2	0,381
índice de bonificação (%)	109,8±0,8	110,2±0,6	108,5±0,9	107,4±0,7	110,1±0,6	2,0	0,336

*Não foram constatadas diferenças significativas (P>0,05) em nenhum dos parâmetros estudados.

4. DISCUSSÃO

Considerando-se a faixa de temperatura ideal para suínos em terminação sugerida por Kiefer et al. (2010), de 18°C a 23°C, e a temperatura crítica superior (TCS) de 26°C sugerida por Huynh et al. (2005), os animais foram submetidos à temperaturas de conforto térmico durante o período experimental.

O nível de 0,7% de lisina digestível, ou seja, o consumo de 18,2 gramas por dia foi suficiente para atender as necessidades dos animais por 21 dias, dos 102,0 aos 123,0 Kg, atendendo aos padrões genéticos dos animais, bem como atendeu o desenvolvimento ponderal dos animais com deposições adequadas de músculo nas carcaças. Hurtado-Nery et al. (2013) ao avaliar níveis de lisina para suínos em terminação, relataram que o consumo de 18 g de lisina digestível atendeu as nutricionais para máximo ganho de peso, sem afetar o rendimento de carcaça e de pernil.

As temperaturas máximas e mínimas registradas no experimento mantiveram-se dentro da faixa de conforto térmico e o consumo de ração foi o mesmo para todos os tratamentos não houve demanda extra de lisina e energia para controle dos processos fisiológicos dos animais e por isso, a quantidade de 18,2 gramas por dia de lisina digestível e 9.107 Kcal de EM/dia foram suficientes para a demanda de fêmeas suínas em fase final de terminação.

Avaliando os níveis de lisina nesta mesma fase produtiva Hurtado-Nery (2013) verificaram que não houve influência sobre o consumo diário de ração, nem o consumo de energia, sugerindo que a quantidade de energia na dieta atende as exigências energéticas para manutenção e produção destes animais.

A redução da eficiência de utilização da lisina observada pode ter sido devido ao metabolismo proteico e aminoacídico, no qual a síntese proteica ocorre até o nível do aminoácido presente em menor quantidade, sendo prontamente depositado e os

aminoácidos excedentes sofrem desaminação e seus resíduos nitrogenados são excretados, o que torna o metabolismo menos eficiente já que este processo acarreta alto custo energético para o metabolismo animal (Sakomura et al., 2014).

Entretanto recentes estudos avaliando níveis crescentes de lisina digestível em rações para suínos machos castrados e fêmeas verificaram melhora na eficiência de utilização do alimento para ganho de peso dos animais (Almeida et al., 2013, Corassa et al. 2013 e Asmus et al. 2014).

Santos et al. (2011), observaram valor de lisina digestível (0,829%) semelhante ao recomendado por Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (2011) para suínos de alto potencial genético com desempenho superior dos 70 aos 100 kg, entretanto estes valores se encontram abaixo do observado por Abreu et al. (2007) que recomendaram o nível de 0,93% . Haese et al. (2011) trabalhando com suínos dos 60 aos 100 kg não observaram diferenças significativas para a conversão alimentar à medida que se aumentou o nível de lisina.

Em estudo com suínos machos castrados e fêmeas em terminação no período de 28 dias de experimento, com níveis de lisina digestível (0,68; 0,78; 0,88; 0,98; 1,08%), Almeida et al. (2010) não observaram efeito sobre as características de carcaça de machos e fêmeas e sobre as variáveis de desempenho, devido ao consumo de ração diário não ter sido influenciado pelos níveis de lisina digestível, o seu incremento ocorreu em razão do aumento do nível de lisina na ração.

Os valores da força de cisalhamento encontrados neste trabalho classifica a carne como macia, uma vez que, o valor limite para a dureza da carne suína segundo Van Der Wal et al. (1988), Ourique & Nicolaiewsky (1990) e Rosa et al. (2001) é de 3,4 kgf, não necessitando portanto de tecnologias, como a maturação, visando aumentar a sua maciez.

5. CONCLUSÃO

O nível de 0,7% de lisina digestível, para o consumo diário de 2,6 kg de ração, totalizando uma ingestão de 18,2 g de lisina digestível, atende a exigência nutricional de fêmeas suínas na fase final de terminação e criadas em zona de conforto térmico.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, M.L.T.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M.; OLIVEIRA, A.L.S.; SANTOS, F.A.; PEREIRA, A.A. Níveis de lisina digestível em rações, utilizando-se o conceito de proteína ideal, para suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne magra na carcaça dos 60 aos 95 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.54-61, 2007.
- ALMEIDA, E.C.; FIALHO, E.T.; RODRIGUES, P.B.; ZANGERONIMO, M.G.; LIMA, J.A.F.; FONTES, D.O. Ractopamine and lysine levels on performance and carcass characteristics of finishing pigs. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1961-1968, 2010.
- ALMEIDA, V. V., NUÑEZ, A. J. C., SCHINCKEL, A. P., ANDRADE, C., BALIEIRO, J. C. C., SBARDELLA, M., & MIYADA, V. S. Time-response relationship of ractopamine feeding on growth performance, plasma urea nitrogen concentration, and carcass traits of finishing pigs. **Journal of animal science**, 91, 811-818, 2013.
- ASMUS, M. 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**, 2014.
- CANTARELLI, V.S.; FIALHO, E.T.; ALMEIDA, E.C.; ZANGERONIMO, M.G.; AMARAL, N.O.; LIMA, J.A.F. Características da carcaça e viabilidade econômica do uso de cloridrato de ractopamina para suínos em terminação com alimentação à vontade ou restrita. **Ciência Rural**, v.39, p.844-851, 2009.

- CORASSA, A.; KIEFER, C.; NIETO, V. M. O. S. Níveis de lisina digestível em dietas contendo ractopamina para suínos em terminação, **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.**, Salvador, v.14, n.3, p.485-489., 2013
- HURTADO NERY, V.L.; NOBRE, R. T. R.; MOURA, A. M. A.; Niveles de lisina digestible en dietas con subproductos de arroz para cerdos en terminación. **Orinoquia**, vol 17, n1, 2013.
- HUYNH, T.T.T; AARNINK, A.J.A; VERSTEGEN, M.W.A.; GERRITS, W. J. J.; HEETKAMP, M. J. W.; KEMP, B.; CANH, T. T.; Effects of increasing temperatures on physiological changes in pigs at different relative humidities. **Journal of Animal Science**, v.83, p.1385-1396, 2005.
- IOCCA, A. F. S.; LUCAS, D. S.; FAUSTO, D. A.; DELGADO, E. F.; PÉRTILE, S. F. N.; JANZANTTI, N. S.; Immunocastration and ractopamine in the quality of pork loin enhanced with salt and tripolyphosphate. *Pesquisa agropecuária brasileira*, vol.50 no.5 Brasília May 2015
- KIEFER, C.; MOURA, M.S.; SILVA., E.A.; SANTOS, A. P.; SILVA, C. M.; LUZ, M. F.; NANTES, L. C.; Respostas de suínos em terminação mantidos em diferentes ambientes térmicos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.2, p. 496-504, 2010
- OURIQUE, J.M.R.; NICOLAIEWSKY, S. Características físico-químicas e organolépticas e suas relações na avaliação da qualidade de carne suína. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.2, n.2, p.118- 125, 1990.
- R-PROJECT, 2016. R Development Core Team (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, 2016.
- ROSA, A.F.; SOBRAL P.J.A.; LIMA, C.G.; GOMES, J.D.F. - Determinação das características físico-químicas da carne de suínos em fase de crescimento - **Revista TeC Carnes** - Campinas, SP, v.3, n.1, p.13-18, 2001
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.;DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.;OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T. **Tabelas Brasileiras**

para Aves e Suínos: composição de Alimentos e Exigências Nutricionais. 3.ed.
Viçosa:UFV, 2011. 252p.

SAKOMURA, N.K.; SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P.; FERNANDEZ, J.B.K.,
HAUSCHILD, L.. Nutrição de Não Ruminantes. **Jaboticabal: FUNESP**, 2014.
678 p.

SANTOS, F.A.; DONZELE, J.L.;SILVA, F.C.O.; OLIVEIRA, R.F.M.;ABREU,
M.L.T.; SARAIVA, A.;HAESE, D.; LIMA, A.L. Níveis de lisina digestível para
suínos machos castrados de alto potencial genético dos95 aos 125 kg. **Revista
Brasileira de zootecnia**, v.40, n.5, p.1038-1044, 2011.

SILVA, R. A. M.; PACHECO, G. D.; VINOKUROVAS, S. L.; OLIVEIRA, R. E.;
GAVIOLI, D. F.; LOZANO, A. P.; AGOSTINI, P. S.; BRIDI, A. M.; SILVA, C.
A. Associação de ractopamina e vitaminas antioxidantes para suínos em
terminação. **Ciência Rural**, v.45, n.2, 2015.

VAN DER WAL, P. G. VAN DER; BOLINK, A.H., MERKUS, G.S.M. Differences in
quality characteristics of normal, PSE and DFD pork. **Meat Science**, Oxford, v.24,
n.1, p.79-84, 1988.

Capítulo V

Lisina com ractopamina para fêmeas suínas na fase final de terminação, mantidas em zona de conforto térmico

(O artigo foi formatado de acordo com as normas para publicação na Revista Brasileira de Zootecnia – RBZ e adaptado para leitura de teses da Universidade Federal de Viçosa)

RESUMO: Objetivando-se avaliar o efeito dos níveis de lisina digestível em dietas suplementadas com 10 ppm de ractopamina para fêmeas suínas em fase final de terminação, criadas em ambientes de termoneutralidade sobre o desempenho, características de carcaça e qualidade de carne, foram utilizados 45 animais, com peso médio inicial de 92 kg, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado composto de cinco tratamentos, nove repetições e um animal por unidade experimental. Os tratamentos usados foram 0,70; 0,80; 0,90; 1,00 e 1,10% de lisina digestível e todos suplementados com 10 ppm de ractopamina, para suínos em fase final de terminação por 21 dias. Os níveis de lisina nas dietas influenciaram o parâmetros de desempenho e qualidade de carne dos animais. Observou-se efeito significativo ($P < 0,05$) para as características de desempenho: ganho de peso diário e conversão alimentar; carcaça: profundidade do músculo e de qualidade de carne: perda por cocção, dias 1,7 e 14 e força de cisalhamento nos dias 1 e 7 Conclui-se que o nível de 1,1% de lisina digestível para fêmeas suínas em fase final de terminação recebendo dietas com 10 ppm de ractopamina por 21 dias mantidos em ambiente termoneutro supre as exigências nutricionais para os parâmetros de desempenho, características de carcaça e quaidade de carne proporcionando maior ganho de peso, menor conversão alimentar, profundidade de músculo, menor perda de água por cocção e menor força de cisalhamento.

Palavras chave: desempenho, caractísticas de carcaça, qualidade de carne, quantidade de lisina, agonista β -adrenérgico

ABSTRACT: Aiming to evaluate the effect of digestible lysine levels in diets with 10 ppm ractopamine for sows end termination phase, created in thermoneutral environments on performance, carcass characteristics and meat quality, 45 animals were used, with average initial weight of 92 kg, distributed in a completely randomized design composed of five treatments, nine replicates and one animal per experimental unit. The treatments were 0.70; 0.80; 0.90; 1.00 and 1.10% of lysine and all supplemented with 10 ppm of ractopamine, to pigs in the final finishing stage for 21 days. Lysine levels in the diet influenced the performance parameters and quality of animal meat. A significant effect ($P < 0.05$) for the performance characteristics: average daily gain and feed conversion; Housing: deep muscle and meat quality: cooking loss, days 1,7 and 14 and shear force on 1 and 7 conclude that the level of 1.1% of digestible lysine for sows in final phase termination fed diets with 10 ppm ractopamine for 21 days kept in thermoneutral environment meets the nutritional requirements for the performance parameters, carcass characteristics and meat quality providing greater weight gain, lower feed conversion, muscle depth, less loss water for cooking and lowest shear force.

Keywords: performance, carcass characteristics, quality of meat, amount of lysine, β -adrenergic agonist

1. INTRODUÇÃO

Na produção suinícola, a fase final de terminação é a que apresenta maior transformação na carcaça dos animais com diminuição da deposição proteica, piora na conversão alimentar. A produção de animais precoces, eficientes e que apresentam carcaças com elevada relação carne:gordura, associada a um ótimo padrão de qualidade, tem como desafio principal aumentar o rendimento de carne magra nas carcaças sem interferir negativamente na sua qualidade sensorial (Silva et al., 2015).

Visando maximizar a produtividade, atender a demanda nutricional dos animais, e obter carcaças com maior quantidade de carne em relação à gordura, tem-se buscado uma revisão nos níveis de exigências nutricionais e no manejo alimentar do plantel de alto potencial genético para deposição de carne.

Assim além do melhoramento genético dos suínos, estratégias nutricionais vem sendo utilizadas para potencializar o desempenho e as características quantitativas e qualitativas de carcaças e qualidade de carne.

Dentre estas estratégias está a formulação de rações através do conceito de proteína ideal possibilitada através da utilização dos aminoácidos industriais, 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 (Gattás et al., 2012) e as respostas de desempenho e composição de carcaça dos animais podem estar diretamente associadas ao seu nível na ração.

Visando atender o propósito de maior deposição de carne na carcaça em detrimento da deposição de gordura, vem sendo disponibilizados recursos nutricionais, como a ractopamina (Silva et al., 2015), por promover o aumento da síntese protéica e diminuição da lipogênese, através das mudanças nas prioridades de deposição tecidual,

resultando em animais com carcaças mais magras (Kiefer & Sanches 2009; Andretta et al., 2011) e ao mesmo tempo promovendo melhora no desempenho (Apple et al., 2007; Moraes et al., 2010; Hinson et al., 2011; Garbossa et al., 2013), porém, os efeitos da ractopamina podem ser limitados a um curto período de tempo, a animais com pesos superiores a 95 kg (Ferreira et al., 2013), dosagem (Oliveira et al., 2013) o nível de lisina na ração (Corassa, et al., 2013) e pela classe sexual (Rikard-Bell, et al., 2009).

Entretanto tais situações podem modificar as necessidades nutricionais do animal, principalmente em relação à lisina considerada o primeiro aminoácido limitante para suínos, uma vez que as melhorias no desempenho apresenta um a estreita relação entre este nutriente e a deposição proteica (Apple et al., 2004; Marinho et al., 2007), sendo seu aporte adequado é essencial para a maximização do efeito da ractopamina. Neste sentido acredita-se que a melhor resposta para a deposição de carne magra está em função do nível apropriado de lisina fornecido.

Pelo exposto, o experimento foi realizado com o objetivo de determinar o nível ideal de lisina digestível para fêmeas suínas recebendo ração suplementada com ractopamina em fase final de terminação (dos 92 aos 123 kg) mantidas em ambiente de termoneutralidade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida com a aprovação do Comitê de Ética para Uso de Animais em Pesquisa da Universidade Federal de Viçosa (CEUA/UFV) registrada sobre o número: 10/2011.

O experimento foi conduzido no período de julho a setembro de 2012, no Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais, cujo município está

localizado a uma latitude de 20° 45' 45" sul e longitude de 42° 52' 04" oeste, com altitude de 657 m.

Foram utilizados por 21 dias, 45 fêmeas suínas, de alto potencial genético para deposição de carne, com peso inicial de 92,8 kg \pm 1,5 kg, e aproximadamente 130 dias de idade. Os animais foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizados com cinco tratamentos e nove repetições com um animal por unidade experimental. Os tratamentos foram: 19,3; 22,0; 24,8; 27,5 e 30,3 gramas por dia.

As dietas utilizadas no experimento (TABELA 1) foram formuladas para atender as necessidades nutricionais para suínos em fase final de terminação de acordo com o conceito de proteína ideal tendo-se como base as recomendações contidas em TABELAS BRASILEIRAS PARA AVES E SUÍNOS (2011), com aumento de 13% na proteína bruta, 8,4% na energia metabolizável, 31,6% de fósforo e 36,1% de cálcio. As relações aminoacídicas foram mantidas constantes em todas as dietas experimentais. O inerte foi usado em todas as dietas para assegurar a variação na inclusão de aminoácidos à dieta.

Os animais passaram por um período de adaptação de quatro dias consumindo ração basal e água à vontade, antes de se iniciar o experimento. Durante este período o consumo de ração foi mensurado para se determinar o consumo padrão (g/dia/animal) para fornecimento de ração nos primeiros dias do experimento, visando verificar apenas o efeito da lisina digestível sobre os animais.

Tabela 10 – Composições centesimais e calculadas das dietas experimentais

Ingredientes (%)	Níveis de Lisina				
	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10
Milho	66,924	66,924	66,924	66,924	66,924
Farelo de soja (45%)	22,550	22,550	22,550	22,550	22,550
Óleo Vegetal	6,669	6,669	6,669	6,669	6,669
F.Bicálc.	1,158	1,158	1,158	1,158	1,158
Calcário	0,761	0,761	0,761	0,761	0,761
Sal	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358
L-LisHCl	-	0,128	0,257	0,385	0,513
DL-Met.	-	0,053	0,120	0,187	0,254
L-treonina	-	0,054	0,129	0,204	0,279
L-triptofano	-	-	0,010	0,030	0,050
L-Valina	-	-	0,007	0,087	0,167
Supl. Mineral ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Supl. Vitamínico ²	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
BHT	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
Ractopamina	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Inerte	1,315	1,080	0,792	0,422	0,050
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composições Calculadas ³					
EM (kcal/kg)	3500	3500	3500	3500	3500
Proteína bruta (%)	15,73	15,73	15,73	15,73	15,73
Lisina dig. (%)	0,700	0,800	0,900	1,000	1,100
Met.+Cist. dig. (%)	0,476	0,528	0,594	0,660	0,726
Met;Lis	0,680	0,660	0,660	0,660	0,660
Triptofano dig. (%)	0,169	0,169	0,178	0,198	0,218
Trip/Lis	0,241	0,211	0,198	0,198	0,198
Treonina dig. (%)	0,537	0,590	0,663	0,737	0,811
Treo/Lis	0,767	0,738	0,737	0,737	0,737
P disponível (%)	0,304	0,304	0,304	0,304	0,304
Cálcio (%)	0,645	0,645	0,645	0,645	0,645
Ractopamina (ppm)	10	10	10	10	10

¹Contendo por kg de dieta: 100 mg de ferro; 10 mg de cobre; 1 mg de cobalto; 40 mg de manganês; 100 mg de zinco e 1,5 mg de iodo.

²Contendo por kg de dieta: 8.000 UI de vit. A; 1.200 UI de vit. D₃; 20 UI de vit. E; 2 mg de vit. K₃; 1 mg de vit. B₁; 4 mg de vit. B₂; 22 mg de ácido nicotínico; 16 mg de ácido pantotênico; 0,50 mg de vit. B₆; 0,020 mg de vit B₁₂; 0,4 mg de ácido fólico; 0,120 mg de biotina; 400 mg de colina e 30 mg de antioxidante.

Após a adaptação, os animais foram pesados e distribuídos de forma aleatória dentro dos tratamentos experimentais. O fornecimento de ração foi determinado pelo

menor consumo aferido dentro de cada repetição durante o período de adaptação, em duas refeições diárias: às 07:00 e às 15:00 horas e aumentado a cada três dias sem que houvesse sobras até o final do experimento. O consumo médio de ração foi calculado em função do consumo total no período dividido pela duração do experimento. A água foi fornecida à vontade aos suínos.

Os animais foram alojados em baias localizadas em galpão de alvenaria, com piso de concreto e telhado com telha de barro.

As temperaturas no interior do galpão foram monitoradas por meio de termômetros de máxima e mínima, diariamente às 15 horas.

Os animais foram pesados no início e no final do experimento (21 dias após o início). Após a pesagem aos 21 dias foram abatidos os suínos mais pesados e aqueles que estavam com peso de até 1,5% menor do que o do mais no pesado. Os demais suínos permaneceram nas baias com o mesmo manejo e alimentação até atingir o peso de abate dos mais pesados. Entretanto para efeitos de desempenho só foram considerados os pesos finais no dia do primeiro abate.

Os animais foram abatidos, após jejum de 24 horas, seguindo-se as normas de abate humanitário com insensibilização por choque elétrico seguido de sangramento e, procedimentos de higienização das carcaças como descrito na Instrução Normativa Número 3 de janeiro de 2000 do Ministério da Agricultura e Abastecimento.

As carcaças inteiras incluindo cabeça e pés foram pesadas e serradas longitudinalmente ao longo da coluna vertebral. As meias-carcaças também foram pesadas individualmente e armazenadas em câmara fria com temperaturas de 0 a 4 °C por 24 horas.

Foram avaliados o comprimento da carcaça (mensurado a partir do bordo cranial da sínfese pubiana até o bordo cranial do atlas, com o auxílio de uma fita métrica), o peso da carcaça quente e fria, a espessura de toucinho no ponto P2 a 6,5 cm da linha

dorso-lombar, a profundidade muscular do *Longissimus dorsi* à altura da última costela com a cobertura de gordura correspondente, incluindo a pele.

Também foi realizado o rendimento de carcaça expresso como o peso da carcaça quente em relação ao peso de abate após jejum $\times 100$; rendimento de carne total expresso pelo peso da carcaça em relação à percentagem de carne; percentagem de carne.

Foram retiradas amostras do músculo *Longissimus dorsi* e levadas para o Laboratório de Carnes do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa para posteriores análises.

Foi utilizada uma amostra de carne, bife com 2,54 centímetros de espessura (mais ou menos 100 gramas) para a mensuração de perda de água por gotejamento. A amostra foi pesada, colocada em uma rede de plástico e suspensa dentro de um saco plástico, na grade da geladeira, de forma que não houvesse contato entre a carne e o saco. O conjunto foi mantido em uma temperatura refrigerada (4°C) por 48 horas. Após a permanência pelo tempo estipulado a carne foi pesada e a quantidade de água perdida por gotejamento foi calculada em função do peso inicial.

A perda de líquido por cocção foi realizada nas amostras 48 horas na geladeira (mesmas amostras da perda de líquido por gotejamento) e nas amostras que ficaram armazenadas a 4°C por um período de maturação de 7 e 14 dias. Para perda de líquido por cocção, a amostra permaneceu por 30 minutos à temperatura ambiente, sendo, em seguida, assada em forma com grelha. O forno foi previamente aquecido por 20 minutos a 150°C. As amostras foram assadas sem adição de qualquer condimento, até atingirem a temperatura interna de 71°C. O monitoramento da temperatura interna dos bifes foi realizado com termômetros tipo K, cuja sonda foi inserida no centro geométrico dos bifes. Depois de atingida a temperatura interna desejada, os bifes foram retirados do forno e mantidos à temperatura ambiente para resfriarem. A seguir, foram embalados,

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

As mesmas amostras (bifes) usadas anteriormente foram usadas para análise de maciez. A maciez da carne foi estimada através da força de cisalhamento. Foram retiradas seis subamostras cilíndricas, de 1,27 cm de diâmetro, de cada bife, de forma paralela à orientação das fibras musculares, utilizando-se um amostrador de aço inox, devidamente afiado. As subamostras cilíndricas foram cisalhadas perpendicularmente à orientação das fibras musculares, utilizando-se lâmina de corte em “V” invertido, com angulação de 60° e espessura de 1,06 mm de espessura e velocidade fixa de 25 mm/segundo, acoplada ao aparelho de Warner-Bratzler.

Foram realizadas análises de variância e regressão sobre as quantidades de lisina, segundo os procedimentos do programa R (R-Project, 2016). Foi considerado o valor de α limite de 5,0%.

3. RESULTADOS

Os valores médios das temperaturas máximas e mínimas durante o período experimental foram de $21,7 \pm 3,2$ °C, $15,3 \pm 1,8$ °C.

Os resultados de desempenho e características de carcaça encontram-se apresentados na Tabela 11 e os de qualidade de carne na Tabela 12.

Observou-se efeito significativo ($P < 0,05$) dos níveis de lisina digestível sobre o peso final, ganho de peso diário dos animais, conversão alimentar e na profundidade do músculo, contudo não houve efeito significativo ($P > 0,05$) dos níveis de lisina digestível sobre as demais características de carcaça dos animais consumindo dietas suplementadas com 10 ppm de ractopamina.

Observou-se efeito significativo ($P < 0,05$) parâmetros avaliados: perda de água por cocção nos dias 1, 7 e 14 e força de cisalhamento nos dias 1 e 7, não observou-se efeito ($P > 0,05$) para os demais parâmetros de qualidade de carne.

Tabela 11 - Pesos, consumo de ração e de lisina, ganho de peso, conversão alimentar, comprimento de carcaça, espessura de toucinho, profundidade de músculo, pesos de carcaça, rendimento de carcaça e quantidade de carne magra em função dos níveis de lisina digestível.

Parâmetros	médias					p-valor	CV
	19,3	22,0	24,8	27,5	30,3		
peso inicial (kg)	92,9±1,2	92,8±1,5	92,8±1,1	92,8±1,2	93,6±1,3		
consumo diario de ração (g/dia)	2751,3±54,6	2751,3±54,6	2751,3±54,6	2751,3±54,6	2751,3±54,5		
ganho de peso diario (g/dia)*	1001,3±38,0	1054,8±28,4	1094,4±34,1	1083,3±36,9	1183,3±36,9	0,001	9,704
conversão alimentar (g/g)*	2,8±0,1	2,6±0,1	2,5±0,1	2,6±0,1	2,3±0,1	0,010	12,968
comprimento de carcaça (cm)	95,9±0,8	95,3±1,0	95,9±0,8	97,0±0,7	97,6±0,9	0,065	2,595
espessura de toucinho (mm)	19,8±1,3	18,0±1,5	19,7±1,2	20,0±1,1	19,8±1,1	0,630	19,302
espessura de toucinho em P2 (mm)	11,1±0,6	9,0±0,6	9,6±0,7	9,4±0,8	9,2±0,6	0,114	20,225
profundidade de musculo (mm)*	7,6±0,2	7,4±0,3	7,8±0,2	7,6±0,2	8,7±0,5	0,029	12,532
carcaça quente (kg)	92,9±1,6	93,7±1,5	93,9±1,2	93,3±1,6	94,9±1,5	0,470	4,836
rendimento de carcaça (%)	83,6±0,4	84,0±0,2	83,1±0,2	83,8±0,3	83,5±0,3	0,752	1,010
carne magra na carcaça (kg)	51,3±0,9	52,7±0,7	52,6±0,7	52,3±0,9	53,3±0,9	0,162	4,642

*Houve efeito significativo para os parâmetros estudados: ganho de peso diário, conversão alimentar e profundidade de músculo.

Tabela 12 – Carcaça direita quente, carcaça direita resfriada, perda de carcaça no resfriamento, carne magra na carcaça, perdas de água no gotejamento, cozimento, força de cisalhamento no 1º, 7º e 14º dia em função dos níveis de lisina digestível.

Parâmetros	médias					p-valor	CV
	19,3	22,0	24,8	27,5	30,3		
carcaça direita quente (kg)	47,0±0,8	47,5±0,8	48,0±0,6	46,6±0,8	48,6±0,9	0,630	4,900
carcaça direita resfriada(kg)	46,0±0,8	46,5±0,8	47,0±0,6	45,5±0,8	47,1±0,9	0,622	5,020
perda de carcaça no resfriamento (%)	2,1±0,1	2,2±0,1	2,1±0,1	2,5±0,1	1,9±0,1	0,854	15,379
rendimento de carne magra na carcaça (%)	58,8±0,4	60,3±0,4	59,9±0,5	59,9±0,6	60,0±0,4	0,144	2,231
perda de água por gotejamento (%)	2,2±0,1	2,2±0,1	2,4±0,2	2,5±0,1	1,9±0,1	0,393	16,384
perda de água por cocção DIA1 (%)*	22,8±0,4	21,0±0,6	23,0±0,8	22,2±0,7	18,7±0,4	0,001	8,565
força de cisalhamento DIA 1 (Kgf)*	4,6±0,2	4,3±0,2	4,2±0,3	3,4±0,2	3,8±0,0	0,001	15,284
perda de água por cocção DIA7 (%)*	23,9±0,7	21,5±0,2	21,0±0,3	21,4±0,3	20,5±0,2	0,000	4,976
força de cisalhamento DIA 7 (Kgf)*	3,2±0,2	3,3±0,2	3,0±0,2	2,8±0,1	2,6±0,1	0,001	14,776
perda de água por cocção DIA14 (%)*	24,3±1,2	22,6±0,7	21,8±0,4	22,8±0,5	18,9±0,6	0,000	10,275
força de cisalhamento DIA 14 (Kgf)	2,2±0,2	2,4±0,2	2,4±0,1	2,3±0,1	2,3±0,1	0,898	17,821

*Houve efeito significativo para os parâmetros avaliados: perda de água por cocção nos dias 1, 7 e 14 e força de cisalhamento nos dias 1 e 7.

4. DISCUSSÃO

Considerando-se que a faixa de temperatura ideal para suínos em terminação sugerida por Kiefer et al. (2010), situam entre 18°C a 23°C, e a temperatura crítica superior (TCS) de 26°C sugerida por Huynh et al. (2005), podemos observar que os animais foram submetidos à temperaturas de conforto térmico durante o período experimental.

Estudos indicam que as modificações metabólicas proporcionadas pela utilização da ractopamina na dieta melhoram de forma significativa o desempenho desses animais (Armstrong et al. 2004; Bridi et al., 2008; Kiefer & Sanches, 2009; Sanches et al., 2010, Ferreira et al., 2011, Garbossa et al, 2013 e Leal et al., 2015), além de proporcionar redução na espessura de toucinho e aumento na porcentagem de carne magra e rendimento de carcaça (Kiefer & Sanches, 2009)

Segundo Leal et al. (2015), a ractopamina altera a composição do ganho, pois os animais depositam mais proteína e menos gordura. Aumentando a deposição protéica, aumenta-se o ganho de peso, uma vez que se agrega água. Além disso, a síntese de tecido muscular representa, metabolicamente, economia energética para o animal, quando comparado com a deposição de tecido adiposo. Melhorando a eficiência de utilização dos nutrientes, resulta em melhor conversão alimentar.

De forma a atender a demanda adicional de proteína, decorrente do aumento do anabolismo protéico causado pela ractopamina, o nível aminoacídico da dieta deve ser reajustado (Marçal et al., 2015). Por este motivo, vários pesquisadores (Marinho et al., 2007; Main et al., 2009; Almeida et al., 2010) adotam a recomendação de Xiao et al. (1999) de aumentar em 30% a quantidade de lisina em dietas suplementadas com ractopamina, independentemente da inclusão do aditivo. Entretanto, a resposta dos

suínos ao aumento de lisina na dieta está relacionada com a inclusão de ractopamina (Webster et al., 2007).

Em experimento realizado por Marinho et al. (2007), planos de suplementação com ractopamina não influenciaram o peso de carcaça quente. Não foi observada diferença entre o peso de carcaça quente dos grupos que receberam as dietas com ractopamina e o do que recebeu a dieta controle. Estes resultados estão de acordo com os relatados por Carr et al. (2005), que não observaram efeito da suplementação com ractopamina sobre o peso de carcaça.

A deposição de proteína, por agregar mais moléculas de água que a deposição de gordura, justifica o maior ganho de peso dos animais alimentados com dietas suplementadas com 5 ppm de ractopamina (Marçal et al., 2015).

Marçal et al. (2015) também não verificaram efeito significativo sobre o comprimento de carcaça, estando estes resultados de acordo com Almeida et al. (2010) que não observaram influência da suplementação com 5 ppm de ractopamina sobre o comprimento de carcaça de suínos em terminação, e também relataram que a profundidade de músculo foram apresentados pelos animais suplementado com ractopamina em todos os níveis de suplementação. Marinho et al. (2007) avaliaram dietas suplementadas ractopamina para suínos em terminação e constataram que o aditivo aumentou a profundidade de músculo.

Os efeitos positivos da suplementação com ractopamina sobre as características de carcaça estão relacionados com a redução da síntese de ácidos graxos no tecido adiposo e com o aumento da síntese protéica do músculo (Schinckel et al., 2003).

Estudos apontam que animais tratados com ractopamina apresentam melhora em torno de 12% na conversão alimentar, o que proporciona também aumento no ganho de peso diário, bem como aumento no peso final (Marinho et al., 2007; Sanches et al., 2010).

Houve efeito significativo ($P < 0,05$) dos níveis de lisina digestíveis sobre a perda de água por cocção (nos dias 1, 7 e 14) e força de cisalhamento (nos dias 1 e 7). Não apresentando efeito significativo para as demais variáveis estudadas.

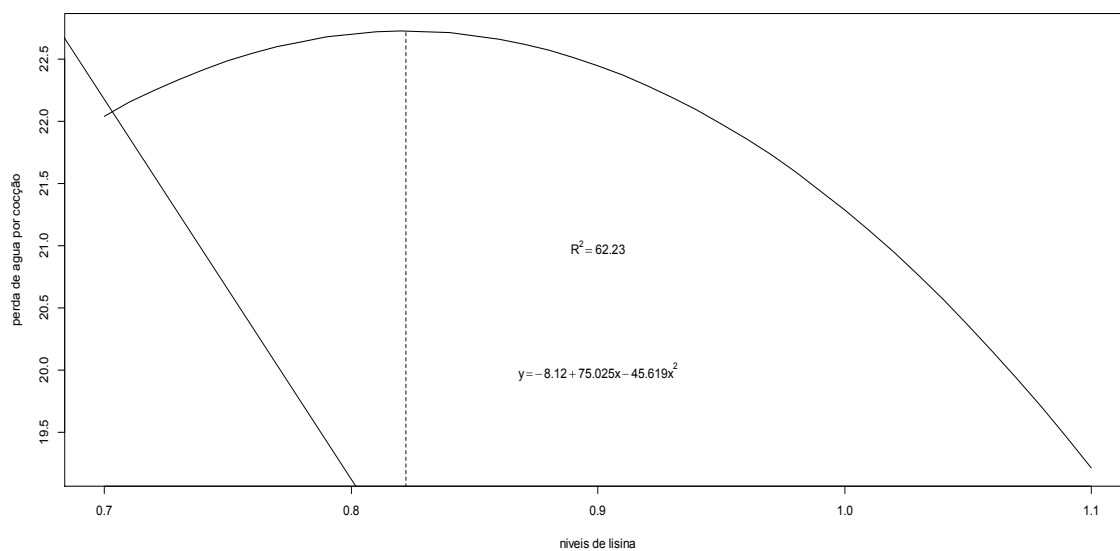


Figura 1 – Perda de água por cocção no primeiro dia em fêmeas em fase de terminação submetidas a dietas contendo diferentes níveis de lisina digestível, suplementadas com ractopamina.

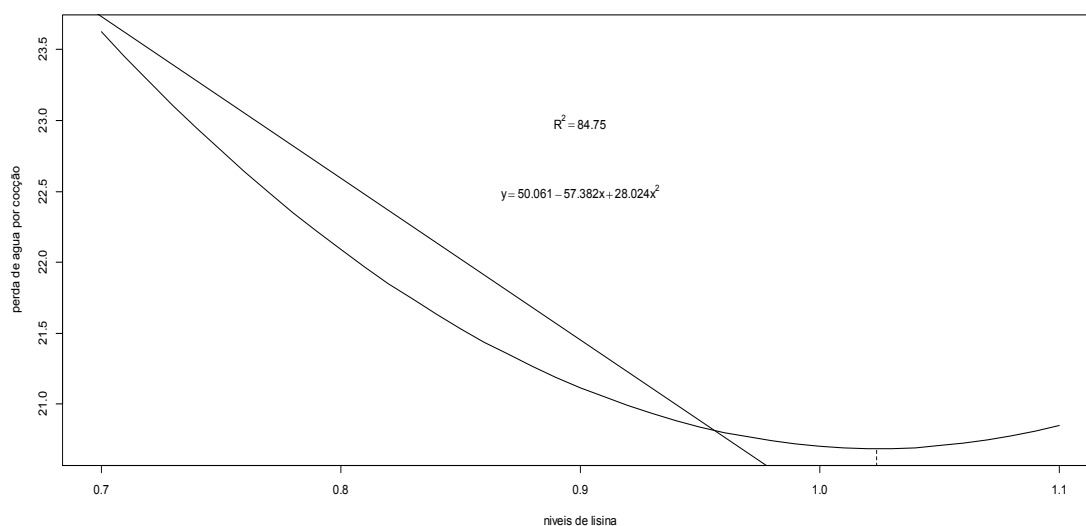


Figura 2 – Perda de água por cocção no sétimo dia em fêmeas em fase de terminação submetidas a dietas contendo diferentes níveis de lisina digestível, suplementadas com ractopamina.

Carr et al. (2009) e Hinson et al. (2011) estudaram o efeito da ractopamina na dieta de suínos sobre o desempenho, características de carcaça e qualidade da carne de suínos em terminação e observaram que suínos tratados com ractopamina obtiveram maior peso de abate, porém não observaram diferença na perda de peso durante o resfriamento (relação entre peso de carcaça fria sobre peso de carcaça quente) nos diferentes tratamentos, o que está em acordo com os dados obtidos no presente estudo e por Martins et al. (2015).

Com relação à perda de água por gotejamento, assim como o observado no presente estudo, Moore et al. (2012), Martins et al. (2015) e Hinson et al. (2011) não observaram diferença significativa na perda de água por gotejamento no tratamento com ractopamina.

Tendo em vista os valores iniciais de força de cisalhamento (DIA 1) encontrados neste trabalho pode-se classificar a carne como dura, considerando o limite de 3,4 Kgf sugerido por Van Der Wal et al. (1988), Ourique & Nicolaiewsky (1990) e Rosa et al. (2001). Como forma de aumentar a maciez desta carne foi utilizada tecnologias, como a maturação, que no presente estudo alcançou o nível considerado de maciez aos 7 dias.

Nos estudos de Silva et al. (2015) e Iocca et al. (2015) a inclusão de 10ppm de ractopamina, também utilizada no presente trabalho, alterou a maciez da carne dos animais, dada pela força de cisalhamento, onde as fêmeas apresentaram carnes com menor resistência ao corte e, portanto, mais macias (5,92 vs 7,38 kgf).

A ractopamina pode alterar a proporção de fibras musculares, em especial a miosina de cadeia pesada; e o efeito de repartição induzida por agonistas β -adrenérgicos é, em parte, mediado pela alteração da expressão de genes específicos para o tipo de fibra muscular, por meio do receptor B (Gunawan et al., 2007).

A maciez da carne pode estar associada ao diâmetro das fibras musculares, sendo que animais que apresentam maiores diâmetros, como aqueles que são suplementados com ractopamina, podem apresentar maior resistência ao corte e carne mais dura. Também observaram aumentou a força de cisalhamento com valores próximos deste estudo Xiong et al. (2006), Fernández-Dueñas et al.(2008) e Athayde et al. (2012).

Segundo Xiong et al. (2006), modificações alteram a qualidade da carne, especialmente a maciez, pois a ractopamina age sobre a expressão de isoformas de calpastatina, um inibidor natural do processo de amaciamento da carne, o que reduz a maciez pela diminuição da proteólise post mortem

5. CONCLUSÃO

A quantidade de lisina digestível a ser usada em dietas com ractopamina, em ambiente termoneutro, para fêmeas suínas na fase final de terminação é de 30,3 g por dia equivalente ao nível de 1,1% de lisina digestível.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, E.C.; FIALHO, E.T.; RODRIGUES, P.B.; ZANGERONIMO,M.G.; LIMA, J.A.F.; FONTES, D.O. Ractopamine and lysine levels on performance and carcass characteristics of finishing pigs. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1961-1968, 2010.
- ANDRETTA, I., LOVATTO, P. A., SILVA, M. K. D., LEHNEN, C. R., LANFERDINI, E., & KLEIN, C. C. Relationship among ractopamine, nutritional variables and performance in pigs: a meta-analytic study. **Ciência Rural**, 41, 186-191, 2011.

- APPLE, J. K., RINCKER, P. J., MCKEITH, F. K., CARR, S. N., ARMSTRONG, T. A., & MATZAT, P. D. Review: Meta-analysis of the ractopamine response in finishing swine. **The Professional Animal Scientist**, V.23, 179-196, 2007.
- APPLE, J.K.; MAXWELL, C.V.; BROWN, D.C. Effects of dietary lysine and energy density on performance and carcass characteristics of finishing pigs fed ractopamine. **Journal of Animal Science**, v.82, p.3277-287, 2004.
- ARMSTRONG, T.A.; IVERS, D.J.; WAGNER, J.R.; ANDERSON, D.B.; WELDON, W.C.; BERG, E.P. The effect of dietary ractopamine concentration and duration of feeding on growth performance, carcass characteristics, and meat quality of finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.82, p.3245-3253, 2004.
- ATHAYDE, N.B.; DALLA COSTA, O.A.; ROÇA, R.O.; GUIDONI, A.L.; LUDTKE, C.B.; LIMA, G.J.M.M. Meat quality of swine supplemented with ractopamine under commercial conditions in Brazil. **Journal of Animal Science**, v.90, p.4604-4610, 2012
- BRIDI, A. M.; OLIVEIRA, A. R.; FONSECA, L. L. C.; HOSHI, E. H.; BOROSKY, J.C.; SILVA, C. A. Efeito da ractopamina e do gênero no desempenho e na carcaça de suínos de diferentes genótipos halotano. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n.3, p. 713-722, 2008.
- CARR, S.N.; RINCKER, P.J.; KILLEFER, J.; BAKER, D. H.; ELLIS, M.; MCKEITH, F. K.; Effects of different cereal grains and ractopamina hydrochloride on performance, carcass characteristics, and fat quality in late-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 83, p. 223-230, 2005.
- CARR, S.N. et al. The effect of ractopamine hydrochloride (Paylean_) on lean carcass yields and pork quality characteristics of heavy pigs fed normal and amino acid fortified diets. **Meat Science**, v.81, p. 533-539, 2009.
- CORASSA, A.; KIEFER, C.; NIETO, V. M. O. S. Níveis de lisina digestível em dietas contendo ractopamina para suínos em terminação, **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.14, n.3, p.485-489., 2013

- FERNÁNDEZ-DUEÑAS, D.M.; MYERS, A.J.; SCRAMLIN, S. M.; PARKS, C. W.; CARR, S. N.; KILLEFER, J.; MCKEITH, F. K.; Carcass, meat quality, and sensory characteristics of heavy weight pigs fed ractopamina hydrochloride (Paylean®). **Journal of Animal Science**, v. 86, p. 3544-3550, 2008.
- FERREIRA, M.S.S.; SOUSA, R.V.; SILVA, V.O.; ZANGERÔNIMO, M.G.; AMARAL, N.O. Cloridrato de ractopamina em dietas para suínos em terminação. **Acta Scientiarum, Animal Sciences**, v.33, n.1, p.25-32, 2011.
- FERREIRA, A. S. OLIVEIRA JUNIOR, G. M. ; SILVA, F. C. O. ; OLIVEIRA, R. F. M. ; SILVA, E. P. . Ractopamine for Pigs: A Review about Nutritional Requirements. **Journal of Basic & Applied Sciences**, v. 9, p. 276-285, 2013.
- GARBOSSA, C.A.P.; SOUZA, R.V.; CANTARELLI, V. S.; PIMENTA, M. E. S. G.; ZANGERONIMO, M. G.; SILVEIRA, H.; KURIBAYASHI, T. H.; CERQUEIRA, L. G . S.; Ractopamine levels on performance, carcass characteristics and quality of pig meat. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.42, p.325-333, 2013.
- GATTÁS, G.; SILVA, F. C. O.; BARBOSA, F. F.; DONZELE, S. L.; FERREIRA, S.; OLIVEIRA, R. F. M.; Níveis de lisina digestível em dietas para suínos machos castrados dos 60 aos 100 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.41 n.1 p.91-97,2012.
- GUNAWAN, A. M., RICHERT, B. T., SCHINCKEL, A. P., GRANT, A. L., GERRARD, D. E. Ractopamine induces differential gene expression in porcine skeletal muscles. **Journal of animal science**, v. 85, p. 2115-2124, 2007.
- HINSON, R. B., WIEGAND, B. R., RITTER, M. J., ALLEE, G. L., & CARR, S. N. 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, 2011.
- HUYNH, T.T.T; AARNINK, A.J.A; VERSTEGEN, M.W.A.; GERRITS, W. J. J.; HEETKAMP, M. J. W.; KEMP, B.; CANH, T. T.; Effects of increasing temperatures on physiological changes in pigs at different relative humidities. **Journal of Animal Science**, v.83, p.1385-1396, 2005.

- IOCCA, A. F. S.; LUCAS, D. S.; FAUSTO, D. A.; DELGADO, E. F.; PÉRTILE, S. F. N.; JANZANTTI, N. S.; Immunocastration and ractopamine in the quality of pork loin enhanced with salt and tripolyphosphate. *Pesquisa agropecuária brasileira*, vol.50 no.5 Brasília May 2015.
- KIEFER, C., & SANCHES, J. F. . Meta-analysis of the ractopamine levels in diets for finishing pigs. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 1037-1044, 2009.
- KIEFER, C.; MOURA, M.S.; SILVA,E.A.; SANTOS, A.P.; SILVA, C.M.;LUZ, M.F.; NANTES, C.L. Respostas de suínos em terminação mantidos em diferentes ambientes térmicos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal** [online], v.11, n.2, p.496-504, 2010.
- LEAL, S. R.; MATTOS, B. O.; CANTARELLI, V. S.; CARVALHO, G. C.; PIMENTA, M. E. S. G.; PIMENTA, C. J. Desempenho e rendimento de carcaça de suínos na fase de terminação, recebendo dietas com diferentes níveis de ractopamina. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, vol.16, no.3, 2015.
- MAIN R. G., DRITZ S. S., TOKACH M. D., GOODBAND R. D., NELSEN J. L., DEROUCHÉY J. M. Effects of ractopamina HCl dose and treatment period on pig performance in a commercial finishing facility. **Journal of Swine Health and Production**, v. 17, p. 134-139, 2009.
- MARÇAL, D. A.; KIEFER, C.; SOUZA, K. M. R.; ABREU, R. C.; ROSA, R. A.; ROSA, L. S. **Ractopamina em dietas sem ajustes aminoacídicos para suínos machos castrados em terminação. Rev. Ceres**, vol.62, no.3 , 2015.
- MARINHO, P.C.; FONTES, D.O.; SILVA, F.C.O.; SILVA, M.A.; PEREIRA, F.A.; AROUCA, C.L.C. Efeito dos níveis de lisina digestível e da ractopamina sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos machos castrados em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1791-1798, 2007.
- MARTINS, D. S.; SOARES, M. A.; STEFFENS, J. Qualidade da carcaça e rendimento de cortes suínos com o uso de ractopamina. **Ciência Rural**, v.45, n.8, p.1503-1508, 2015.

- MOORE, K.L. et al. The interaction between ractopamine supplementation, porcine somatotropin and moisture infusion on pork quality. *Meat Science*, v.92, p.125-131, 2012.
- MORAES, E.; KIEFER, C. SILVA, I.S. Ractopamina em dietas para suínos machos imunocastrados, castrados e fêmeas. *Ciênc. Rural*, v. 40, n. 2, p. 409-414, 2010.
- OLIVEIRA, A.L.S.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M.; LOPES, D.C.; MOITA, A.M.S.; SILVA, F.C.O.; FREITAS, L.S. Lisina em rações para suínos machos castrados selecionados para deposição de carne magra na carcaça dos 95 aos 110 kg. *R. Bras. Zootec.*, v.32, n.2, p.337-343, 2013.
- OURIQUE, J.M.R.; NICOLAIEWSKY, S. Características físico-químicas e organolépticas e suas relações na avaliação da qualidade de carne suína. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.2, n.2, p.118- 125, 1990.
- RIKARD-BELL, C.; CURTIS, M.A.; VAN BARNEVELD, R.J.; MULLAN, B. P.; EDWARDS, A. C.; GANNON, N. J.; HENMAN, D. J.; HUGHES, P. E.; DUNCHEA, F. R.; Ractopamine hydrochloride improves growth performance and carcass composition in immunocastrated boars, intact boars, and gilts. *J. Anim. Sci.* v. 87, p. 3536-3543, 2009.
- R-PROJECT, 2016. R Development Core Team (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, 2016.
- ROSA, A.F.; SOBRAL P.J.A.; LIMA, C.G.; GOMES, J.D.F. - Determinação das características físico-químicas da carne de suínos em fase de crescimento - **Revista TeC Carnes** - Campinas, SP, v.3, n.1, p.13-18, 2001
- SANCHES, J.F.; KIEFER, C.; MOURA, M.S. SILVA, C. M.; LUZ, M. F.; CARRIJO, A. S.; Níveis de ractopamina para suínos machos castrados em terminação e mantidos sob conforto térmico. **Ciência Rural**, v.40, n.2, p.403-408, 2010.
- SCHINCKEL A. P.; LI N.; RICHERT B. T.; PRECKEL P. V. & EINSTEIN M. E. Development of a model to describe the compositional growth and dietary lysine

requirements of pig fed ractopamine. **Journal of Animal Science**, v. 81, p. 1106-1119, 2003.

SILVA, R. A. M.; PACHECO, G. D.; VINOKUROVAS, S. L.; OLIVEIRA, R. E.; GAVIOLI, D. F.; LOZANO, A. P.; AGOSTINI, P. S.; BRIDI, A. M.; SILVA, C. A. Associação de ractopamina e vitaminas antioxidantes para suínos em terminação. **Ciência Rural**, v.45, n.2, 2015.

TABELAS BRASILEIRAS PARA AVES E SUÍNOS: COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS E EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS. 3.ed. Viçosa:UFV, 2011. 252p.

VAN DER WAL, P. G. VAN DER; BOLINK, A.H., MERKUS, G.S.M. Differences in quality characteristics of normal, PSE and DFD pork. **Meat Science**, Oxford, v.24, n.1, p.79-84, 1988.

WEBSTER, M. J., GOODBAND, R. D., TAKACH, M. D., NELSSSEN, J. L., DRITZ, S. S., UNRUH, J. A., ... & MASTELLER, T. A. Interactive effects between ractopamine hydrochloride and dietary lysine on finishing pig growth performance, carcass characteristics, pork quality, and tissue accretion. **The Professional Animal Scientist**, 23(6), 597-611. 2007.

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

XIONG, Y. L., GOWER, M.J.; LI, C.; ELMORE, G. L.; CROWELL, M. D.; LINDEMANN, M. D.; Effect of dietary ractopamine on tenderness and postmortem protein degradation of pork muscle. **Meat Science**, v.73, p.600-604, 2006.