

SÉRGIO DE MIRANDA PENA

**RELAÇÃO METIONINA MAIS CISTINA DIGESTÍVEL: LISINA
DIGESTÍVEL EM DIETAS SUPLEMENTADAS COM RACTOPAMINA
PARA SUÍNOS EM TERMINAÇÃO**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa, como
parte das exigências do Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia, para
obtenção do título de *Magister Scientiae*

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2007

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

P397r
2007

Pena, Sérgio de Miranda, 1980-

Relação metionina mais cistina digestível : lisina
digestível em dietas suplementadas com ractopamina para
suínos em terminação / Sérgio de Miranda Pena.

– Viçosa, MG , 2007.

xvi, 58f. : il. ; 29cm.

Inclui apêndice.

Orientador: Darci Clementino Lopes.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Suíno - Nutrição. 2. Aminoácidos na nutrição animal.
3. Suíno - Alimentação e rações. 4. Ractopamina. 5. Suíno
- Carcaças. 6. Suíno - Pesos e medidas. 7. Carne de porco
- Teor de colesterol. I. Universidade Federal de Viçosa.
II. Título.

CDD 22.ed. 636.40852

SÉRGIO DE MIRANDA PENA

**RELAÇÃO METIONINA MAIS CISTINA DIGESTÍVEL: LISINA
DIGESTÍVEL EM DIETAS SUPLEMENTADAS COM RACTOPAMINA
PARA SUÍNOS EM TERMINAÇÃO**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa, como
parte das exigências do Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia, para
obtenção do título de *Magister Scientiae*

APROVADA: 27 de fevereiro de 2007.

Pesq. Francisco Carlos de O. Silva

Prof. Paulo César Brustolini

Prof. Horácio Santiago Rostagno
(Co-Orientador)

Prof. Juarez Lopes Donzele
(Co-Orientador)

Prof. Darci Clementino Lopes
(Orientador)

DEDICATÓRIA

A DEUS,

Aos meus pais Nilcio José Pena e Maria das Graças de Miranda Pena pelo
empenho e dedicação para me educar.

Às minhas irmãs Graciane de Miranda Pena e Márcia Regina de Miranda
Pena pela presença e amizade.

À minha noiva Roberta Fialho pelo amor, amizade e apoio.

A todos os meus familiares e amigos que me apoiaram e acreditaram em mim.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), pela oportunidade de realização do curso e por incentivar a pesquisa.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da UFV, pelo apoio e competência.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) pela parceria na realização deste trabalho.

Ao Frigorífico Industrial Vale do Piranga (FRIVAP) pela autorização de acompanhamento do abate e fornecimento dos resultados.

À Elanco Saúde Animal pela parceria e confiança.

Ao Departamento de Ciência de Alimentos da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas - F.E.A. – UNICAMP, em especial a professora Neura Bragagnolo pelas análises laboratoriais.

Ao professor Darci Clementino Lopes, pela amizade, oportunidade, confiança e ensinamentos.

Ao professor Horácio Santiago Rostagno pelo profissionalismo, competência e valiosas sugestões.

Ao pesquisador da EPAMIG Francisco Carlos de Oliveira Silva pela amizade, seriedade e sugestões.

Ao professor Juarez Lopes Donzele pelas sugestões e competência.

Ao professor Paulo César Brustolini pelas críticas e cooperação.

A todos os funcionários da EPAMIG que participaram de alguma forma da realização deste trabalho, em especial ao Carlos (Salame) pelo trabalho e dedicação.

À minha avó Maria Madalena pelo exemplo de amor a vida.

Ao meu primo Adriano pela amizade, determinação e superação.

À dona Zina, Luciano e Neta pela amizade e tempo de hospedagem em Oratórios.

Aos estudantes de pós-graduação Anderson Corassa, Letícia, Fabrício Santos, Gonzalo, Carlos (Carlão), Fellipe Barbosa, Arele, Débora, Márcia (Marcinha) e Alfredo pela amizade e apoio.

À bolsista de iniciação científica Eriane pela colaboração na realização do experimento.

Ao doutor Alexandre de Oliveira Teixeira “Tatu, PC” pelos ensinamentos e oportunidade na época de bolsista de iniciação científica.

Aos demais professores, colegas e funcionários do Departamento de Zootecnia e de outros setores, que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

SÉRGIO DE MIRANDA PENA, filho de Nilcio José Pena e Maria das Graças de Miranda Pena, nasceu em Viçosa, MG, em 16 de outubro de 1980.

Em março de 2000, iniciou na Universidade Federal de Viçosa (UFV) o Curso de Graduação em Zootecnia, concluindo-o em janeiro de 2005.

Em março de 2005, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFV, em nível de mestrado, na área de Nutrição de Monogástricos, submetendo-se à defesa de tese em 27 de fevereiro de 2007.

SUMÁRIO

RESUMO	xiii
ABSTRACT.....	xv
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	4
EFEITOS DE RELAÇÕES METIONINA MAIS CISTINA DIGESTÍVEL: LISINA DIGESTÍVEL EM DIETAS SUPLEMENTADAS COM RACTOPAMINA SOBRE O DESEMPENHO E A VIABILIDADE ECONÔMICA DE SUÍNOS DE 85 AOS 109 KG	5
INTRODUÇÃO	7
MATERIAL E MÉTODOS	8
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
CONCLUSÃO	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
EFEITOS DE RELAÇÕES METIONINA MAIS CISTINA DIGESTÍVEL: LISINA DIGESTÍVEL EM DIETAS SUPLEMENTADAS COM RACTOPAMINA SOBRE CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E COLESTEROL EM CARNES DE SUÍNOS DE 85 AOS 109 KG	30
INTRODUÇÃO	32
MATERIAL E MÉTODOS	33
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
CONCLUSÃO	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
CONCLUSÕES GERAIS.....	54

APÊNDICE.....	55
---------------	----

LISTA DE TABELAS

Efeitos de Relações Metionina mais Cistina Digestível: Lisina Digestível em Dietas Suplementadas com Ractopamina sobre o Desempenho e a Viabilidade Econômica de Suínos de 85 aos 109 kg

Tabela 1 – Composições centesimal e calculada das rações experimentais	11
Tabela 2 – Preços dos ingredientes, em reais, por quilograma, utilizados nas formulações das dietas experimentais	13
Tabela 3 – Custos das dietas experimentais	13
Tabela 4 – Resultados de desempenho de suínos machos castrados em terminação suplementados com RAC em diferentes relações Met+Cis/Lis	16
Tabela 5 – Resultados de desempenho de suínos machos castrados em terminação suplementados ou não com RAC na dieta, em diferentes relações Met+Cis/Lis	18
Tabela 6 – Resultados de desempenho de suínos machos castrados em terminação suplementados ou não com RAC	20
Tabela 7 – Análise econômica dos resultados obtidos com diferentes relações Met+Cis/Lis com e sem ractopamina de suínos na fase de terminação	25
Tabela 8 – Preços de comercialização do suíno vivo em reais por quilograma	25

Efeitos de Relações Metionina mais Cistina Digestível: Lisina Digestível em dietas suplementadas com ractopamina sobre Características de Carcaça e Colesterol em Carnes de Suínos de 85 aos 109 kg

Tabela 1 – Composições centesimal e calculada das rações experimentais	36
Tabela 2 – Características de carcaças de suínos machos castrados em terminação suplementados com ractopamina e diferentes relações Met+Cis/Lis	40
Tabela 3 – Características de carcaças de suínos machos castrados em terminação suplementados ou não com ractopamina em dietas com diferentes relações Met+Cis/Lis	42
Tabela 4 – Características de carcaça de suínos machos castrados em terminação suplementados ou não com RAC	44
Tabela 5 – Colesterol total (mg/100g) em lombo e toucinho de suínos machos castrados em terminação suplementados com ractopamina e diferentes relações Met+Cis/Lis	46
Tabela 6 – Concentração de colesterol total (mg/100g) em lombo e toucinho de suínos em terminação suplementados ou não com ractopamina em diferentes relações Met+Cis/Lis	47
Tabela 7 – Colesterol (mg/100g) em lombo e toucinho de suínos machos castrados em terminação suplementados ou não com ractopamina	49

Tabela 1A – Análise de variância e coeficientes de variação referentes aos pesos final (PF) e ao jejum (PJ), o ganho de peso diário (GPD), conversão alimentar (CA), consumo de ração (CR) e o consumo diário de Met+Cis (CMC) de suínos machos castrados dos 85 aos 109 kg suplementados com RAC em diferentes relações Met+Cis/Lis	55
Tabela 2A – Análise de variância e coeficientes de variação referentes aos pesos final (PF) e ao jejum (PJ), a ganho de peso diário (GPD), conversão alimentar (CA), consumo de ração (CR) e consumo diário de Met+Cis (CMC) de suínos machos castrados dos 85 aos 109 kg suplementados ou não com RAC na dieta, em diferentes relações Met+Cis/Lis.....	56
Tabela 3A – Análise de variância e coeficientes de variação referentes aos pesos final (PF) e ao jejum (PJ), a ganho de peso diário (GPD), conversão alimentar (CA), consumo de ração (CR) e consumo diário de Met+Cis (CMC) de suínos machos castrados dos 85 aos 109 kg suplementados ou não com RAC	56
Tabela 4A – Análise de variância e coeficientes de variação referentes a espessura de toucinho (ET), a quantidade de carne magra (QCM), o peso da carcaça (PC), a porcentagem de carne magra (PCM), o rendimento de carcaça (RC), o índice de bonificação, colesterol total no lombo (CL) e no toucinho (CT) de suínos machos castrados dos 85 aos 109 kg suplementados ou não com RAC na dieta, em diferentes relações Met+Cis/Lis.....	57
Tabela 5A – Análise de variância e coeficientes de variação referentes a espessura de toucinho (ET), a quantidade de carne magra (QCM), o peso da carcaça (PC), a porcentagem de carne magra (PCM), o rendimento de carcaça (RC), o índice de bonificação, colesterol total no lombo (CL) e no toucinho (CT) de suínos machos castrados dos 85 aos 109 kg suplementados com RAC em diferentes relações Met+Cis/Lis	58

Tabela 6A – Análise de variância e coeficientes de variação referentes a espessura de toucinho (ET), a quantidade de carne magra (QCM), o peso da carcaça (PC), a porcentagem de carne magra (PCM), o rendimento de carcaça (RC), índice de bonificação, colesterol total no lombo (CL) e no toucinho (CT) de suínos machos castrados dos 85 aos 109 kg suplementados ou não com RAC	58
--	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Efeito das relações metionina mais cistina digestível/lisina digestível sobre o teor de colesterol total do músculo <i>Longissimus dorsi</i>	46
Figura 2 – Efeito das relações metionina mais cistina digestível/lisina digestível sobre o teor de colesterol total no toucinho.	46

RESUMO

PENA, Sérgio de Miranda, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2007. **Relação metionina mais cistina digestível: lisina digestível em dietas suplementadas com ractopamina para suínos em terminação.** Orientador: Darci Clementino Lopes. Co-Orientadores: Horácio Santiago Rostagno e Juarez Lopes Donzele.

O experimento foi realizado com o objetivo de determinar a relação metionina mais cistina digestível/lisina digestível (Met+Cis/Lis) em suínos machos castrados suplementados com ractopamina (RAC), selecionados geneticamente para deposição de carne magra na carcaça, na fase de terminação. Foram utilizados 80 suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne magra na carcaça, com peso inicial de $84,64 \pm 1,28$ kg, distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso composto de cinco tratamentos, oito repetições e dois animais por unidade experimental, durante um período de 28 dias. O peso dos suínos foi adotado como critério na formação dos blocos. Os tratamentos foram constituídos de rações contendo 0,936% de lisina digestível (Lis), suplementadas (5 ppm) com ractopamina (RAC), com os níveis de 54; 58; 62; 66% de metionina + cistina digestível (Met+Cis) em relação à lisina digestível, correspondendo aos seguintes níveis de Met+Cis nas rações, 0,505; 0,543; 0,580; 0,617% e a dieta controle com 0,736% de Lis sem suplementação de ractopamina, com o nível de 62% de Met+Cis em relação à Lis, correspondendo ao nível de Met+Cis na ração de 0,456%. As relações Met+Cis/Lis não influenciaram o consumo de ração (CR), a conversão alimentar (CA) e o ganho de peso diário (GPD) dos suínos que consumiram dietas suplementadas com RAC. O

maior índice de rentabilidade foi verificado em suínos suplementados com RAC e relação 0,54 Met+Cis/Lis. Os suínos suplementados com RAC obtiveram peso final de 2,30 kg a mais que os animais não suplementados com RAC, correspondendo a uma melhora de aproximadamente 2%. O GPD dos animais aumentou em 10%, enquanto a CA melhorou em 13% nos suínos suplementados com RAC. A suplementação de RAC não influenciou o CR dos animais. Em animais suplementados com RAC as relações Met+Cis/Lis não influenciaram a espessura de toucinho (ET), a quantidade de carne magra (QCM), o peso da carcaça (PC), a porcentagem de carne magra (PCM) e o rendimento de carcaça (RC). As relações Met+Cis/Lis influenciaram ($P < 0,01$) a concentração de colesterol total no lombo de forma quadrática segundo a equação $\hat{Y} = -227,02 + 967,45X - 835,94X^2$, ($R^2 = 0,99$) em que o menor teor de colesterol total foi verificado nos suínos alimentados com dietas na relação 0,66 Met+Cis/Lis, mas as concentrações de colesterol total no músculo *Longissimus dorsi* (lombo) e no toucinho não foram influenciadas pela suplementação de RAC nas dietas. A suplementação de RAC na dieta melhorou a QCM dos animais em aproximadamente 6% comparado aos suínos não suplementados com RAC. Os terminados suplementados com RAC apresentaram aumento de aproximadamente 4% no PC e 2% no RC quando comparado aos animais que não receberam RAC na ração. A suplementação de RAC não influenciou a ET e nem a PCM dos animais. Conclui-se que a relação 0,54 Met+Cis/Lis, atende as exigências de suínos em terminação de 85 aos 109 kg suplementados com ractopamina para melhor desempenho, características de carcaça e viabilidade econômica. A relação 0,66 Met+Cis/Lis proporciona a menor concentração de colesterol total no lombo e no toucinho de suínos em terminação suplementados com ractopamina.

ABSTRACT

PENA, Sérgio de Miranda, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, february, 2007. **Increasing the digestible methionine plus cystine to digestible lysine ratio of finishing pigs fed ractopamine.** Adviser: Darci Clementino Lopes. Co-Advisers: Horácio Santiago Rostagno and Juarez Lopes Donzele.

The purpose of this study was to determine the digestible methionine plus cystine to digestible lysine ratio (Met+Cys/Lys) for barrows with high genetic potential for lean gain fed ractopamine (RAC) in finishing phase. Eighty barrows with an average initial body weight of 84.64 ± 1.28 kg were allotted to dietary treatment on the basis of weight in randomized complete block design. Dietary treatments included a basal diet containing RAC (5 ppm) plus DL-Met, resulting in treatment diets containing Met+Cys/Lys of 0.54, 0.58, 0.62, 0.66 and a diet without RAC containing Met+Cys/Lys of 0.62, control (CONT). There were eight replications of barrows with two pigs per replicate during 28 days. Increasing the Met+Cys/Lys had no effects on average daily feed intake (ADFI), feed: gain ratio (F/G) and average daily gain (ADG) of pigs fed RAC. Barrows fed RAC and Met+Cys/Lys of 0.54 had the highest profitability index. The end weight of RAC-treated pigs was 2% higher compared to CONT pigs (by 2.3 kg). The RAC increased ADG by 10% and improved F/G by 13% compared to control pigs, but there were no differences in ADFI. Increasing the Met+Cys/Lys had no effects on fat depth (FD), fat-free lean mass (FFLM), carcass weight (CW), fat-free lean percentage (FFLP) and dressing (DR) for pigs fed RAC. The digestible methionine + cystine of the diet influenced in a quadratic way the cholesterol concentration, $\hat{Y} = -227,1900 + 9,6809X - 0,0837X^2$, ($R^2 = 0,99$), being the Met+Cys/Lys of 0.66 for minimum cholesterol concentration, but the RAC had no

effects on cholesterol concentration in muscle (*Longissimus dorsi*) and fat. The RAC increased FFLM by 6%, CW by 4% and DR by 2% compared to control pigs. However, the RAC had no effects on FD and FFLP of barrows. Thus, the optimum Met+Cys/Lys which will achieve maximal growth performance, carcass characteristics and economic return of finishing pigs (from 85 to 109 kg) fed RAC is 0.54. However, to minimize cholesterol concentration in muscle and fat the optimum Met+Cys/Lys is 0.66.

INTRODUÇÃO GERAL

O consumo de carne suína tem sido acompanhado há muitos anos de mitos acerca de sua qualidade nutricional, principalmente no que diz respeito ao seu teor de gordura. Entretanto, tem sido observada uma redução acentuada na porcentagem de gordura corporal e um aumento na quantidade de carne magra nos suínos de alto potencial genético disponíveis no mercado.

O consumidor é quem dita como a carne deve chegar à sua mesa e preocupado com o consumo de gordura de origem animal, associado muitas vezes às doenças cardiovasculares, este tem desejado uma carne suína mais magra e com baixo teor de colesterol.

Associado aos avanços alcançados pelo melhoramento genético de suínos na obtenção de animais mais magros, modificações nutricionais podem contribuir para a redução da porcentagem de gordura corporal e aumento de massa muscular.

A ractopamina, um β -agonista adrenérgico, tem sido utilizada em rações práticas para suínos e diversos benefícios têm sido observados, como aumento do ganho de peso diário, melhora da eficiência alimentar, aumento de massa muscular e redução de gordura corporal (Crome et al., 1996).

No entanto, com o aumento da massa muscular em animais suplementados com RAC, tem sido verificada elevação nas exigências de lisina na dieta, pois

esse aminoácido é praticamente todo direcionado para a deposição muscular (Apple et al., 2004) e (Schinckel et al., 2000). Como a lisina tem sido o aminoácido referência no conceito de proteína ideal, a relação dos outros aminoácidos essenciais com a lisina poderá ser alterada em dietas suplementadas com ractopamina. Portanto, torna-se alvo de investigações o conhecimento da relação ideal dos demais aminoácidos essenciais com a lisina.

Uma fração significativa das exigências dos aminoácidos sulfurados é controlada pela exigência de manutenção e não pela exigência de deposição de proteína, portanto, não aumenta proporcionalmente às exigências de lisina com o aumento da deposição de proteína (Mavromichalis & Cera, 2001). Esses autores ainda afirmaram que suínos com maior ganho de carne e melhor desempenho exigem mais lisina para o crescimento que suínos de pior desempenho e têm menor exigência de aminoácidos sulfurados em relação à lisina.

Machado & Fontes (2005) mostraram que os aminoácidos sulfurados são majoritários nas proteínas associadas às funções de manutenção, onde representam 4,9% e minoritários nas proteínas musculares, onde representam aproximadamente 1,6%. Logo, ao contrário da lisina, as exigências dos aminoácidos sulfurados tendem a ser mais elevadas em animais estimulados imunologicamente.

Dessa forma, o objetivo foi determinar a relação metionina mais cistina digestível: lisina digestível em suínos machos castrados suplementados com ractopamina, selecionados geneticamente para deposição de carne magra na carcaça, na fase de terminação.

Os artigos foram editorados com base nos critérios da Revista Brasileira de Zootecnia, publicada pela Sociedade Brasileira de Zootecnia, com adaptação das normas para elaboração de tese.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APPLE, J.K.; MAXWELL, C.V.; BROWN, D.C. et al. Effects of dietary lysine and energy density on performance and carcass characteristics of finishing pigs fed ractopamine. **Journal of Animal Science**, v.82, p.3277-3287, 2004.
- 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 kilogramas. **Journal of Animal Science**, v.74, p.709-716, 1996.
- MACHADO, G.S. & FONTES, D.O. Relationship between nutritional requirements and the immune system in swine. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 2., 2005, Viçosa. **Anais...**Viçosa - Minas Gerais, 2005. p.75.
- MAVROMICHALIS, I.D. & CERA, K.R. Update on the ideal amino acid profile for finishing pigs. **Feedstuffs**, v.73, n.26, p.11-13. 2001.
- SCHINCKEL, A.P.; RICHERT, B.T.; KENDALL, D.C. **Modeling the response to paylean and dietary lysine requirements.** Purdue University. Swine Day Report. 2000.5p.

Efeitos de Relações Metionina mais Cistina Digestível: Lisina Digestível em dietas Suplementadas com Ractopamina sobre o Desempenho e a Viabilidade Econômica de Suínos de 85 aos 109 kg

RESUMO - O experimento foi realizado com o objetivo de determinar a relação metionina mais cistina digestível: lisina digestível (Met+Cis/Lis) em suínos machos castrados suplementados com ractopamina (RAC), selecionados geneticamente para deposição de carne magra na carcaça, na fase de terminação para melhor desempenho e maior retorno econômico. Foram utilizados 80 suínos com peso inicial de $84,64 \pm 1,28$ kg, distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso composto de cinco tratamentos, quatro dietas com RAC e relações 0,54; 0,58; 0,62 e 0,66 Met+Cis/Lis e uma dieta sem RAC e relação 0,62 Met+Cis/Lis, oito repetições e dois animais por unidade experimental, durante um período de 28 dias. As temperaturas máxima e mínima foram $33,02 \pm 1,77$ e $21,36 \pm 1,38^{\circ}\text{C}$, respectivamente. As relações Met+Cis/Lis não influenciaram o consumo de ração (CR), o ganho de peso diário (GPD) e a conversão alimentar (CA) dos suínos que consumiram dietas suplementadas com RAC. Suínos suplementados com RAC e relação 0,54 Met+Cis/Lis apresentaram o maior índice de rentabilidade. Os suínos suplementados com RAC obtiveram peso final de 2,30 kg a mais que os animais não suplementados com RAC, correspondendo a uma melhora de aproximadamente 2%. O GPD dos animais aumentou em 10%, enquanto a CA melhorou em 13% nos suínos suplementados com RAC. A suplementação de RAC não influenciou o CR dos animais. Concluiu-se que em dietas suplementadas com RAC a relação 0,54 Met+Cis/Lis atende as exigências de suínos em terminação para melhor desempenho e proporciona o maior retorno econômico.

Palavras-chave: aminoácidos sulfurados, ganho de peso, lucro

Effects of Increasing the Digestible Methionine plus Cystine to Digestible Lysine Ratio on Performance and Economic Viability of Pigs from 85 to 109 kg Fed Ractopamine

ABSTRACT - The purpose of this study was to determine the digestible methionine plus cystine to digestible lysine ratio (Met+Cys/Lys) for barrows with high genetic potential for lean gain fed ractopamine (RAC) in finishing phase for highest growth performance and economic return. Eighty barrows with an average initial body weight of 84.64 ± 1.28 kg were allotted to dietary treatment on the basis of weight in randomized complete block design. Dietary treatments included a basal diet containing RAC plus DL-Met, resulting in treatment diets containing Met+Cys/Lys of 0.54, 0.58, 0.62, 0.66 and a diet without RAC containing Met+Cys/Lys of 0.62, control (CONT). There were eight replications of barrows with two pigs per replicate during 28 days. The maximum and minimum temperatures were 33.02 ± 1.77 and $21.36 \pm 1.38^{\circ}\text{C}$, respectively. Increasing the Met+Cys/Lys had no effects on average daily feed intake (ADFI), feed: gain ratio (F/G) and average daily gain (ADG) of pigs fed RAC. Barrows fed RAC and Met+Cys/Lys of 0.54 had the highest profitability index. The end weight of RAC-treated pigs was 2% higher compared to CONT pigs (by 2.5 kg). The RAC increased ADG by 10% and improved F/G by 13% compared to control pigs, but there were no differences in ADFI. Thus, the optimum Met+Cys/Lys which will achieve maximal growth performance and economic return of finishing pigs fed RAC is 0.54.

Key words: average daily gain, profit, sulphur amino acids

Introdução

A crescente demanda do consumidor por carne suína mais magra tem aumentado o interesse de produtores e frigoríficos pelo abate de suínos com maior quantidade de carne magra e reduzido teor de gordura corporal.

Os suínos de hoje chegam ao peso de mercado mais rapidamente e com maior composição de carne magra que de algumas décadas passadas, refletindo uma resposta do produtor às preocupações a cerca do consumo de gordura de origem animal (Wray-Cahen, 2000).

O incremento calórico decorrente da deposição de gordura é menor em relação ao de deposição de proteína, entretanto, ao depositar proteína esta agrega grande quantidade de água, o que não ocorre com a deposição de gordura que absorve baixa quantidade de água. Logo em termos de ganho de peso, é mais interessante a deposição de proteína que a deposição de gordura.

Uma das ferramentas disponíveis no mercado é a ractopamina, um β -agonista adrenérgico, que tem aumentado a deposição muscular e reduzido a gordura corporal, melhorando dessa forma o desempenho dos animais (Marchant-forde et al., 2003) e (Armstrong et al., 2004).

Tem sido observado que animais suplementados com ractopamina apresentam maior exigência em lisina, pois esse aminoácido é praticamente todo direcionado para deposição muscular (Apple et al., 2004) e (Schinckel et al., 2000). No entanto, como a lisina tem sido o aminoácido referência no conceito de proteína ideal, a relação dos outros aminoácidos essenciais com a lisina poderá ser alterada em dietas suplementadas com ractopamina.

Uma fração significativa das exigências dos aminoácidos sulfurados é controlada pela exigência de manutenção e não pela exigência de deposição de

proteína, portanto, não aumenta proporcionalmente às exigências de lisina com o aumento da deposição de proteína (Mavromichalis & Cera, 2001). Esses autores ainda afirmaram que suínos com maior ganho de carne e melhor desempenho exigem mais lisina para o crescimento que suínos de pior desempenho e têm menor exigência de aminoácidos sulfurados em relação à lisina.

Machado & Fontes (2005) mostraram que os aminoácidos sulfurados são majoritários nas proteínas associadas às funções de manutenção, onde representam 4,9% e minoritários nas proteínas musculares, onde representam aproximadamente 1,6%. Logo, ao contrário da lisina, as exigências dos aminoácidos sulfurados tendem a ser mais elevadas em animais estimulados imunologicamente.

Dessa forma, o objetivo foi determinar a relação metionina mais cistina digestível: lisina digestível em suínos machos castrados suplementados com ractopamina, selecionados geneticamente para deposição de carne magra na carcaça, na fase de terminação, para melhor desempenho e viabilidade econômica.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Granja de Suínos da Fazenda Experimental Vale do Piranga, pertencente à Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), localizada no município de Oratórios-MG, no período de janeiro a fevereiro de 2006.

Os animais foram alojados em baias com área disponível de 1,93 m² por animal, providas de comedouros semi-automático e bebedouro tipo chupeta, em galpão de alvenaria com piso de concreto e coberto com telhas de amianto.

Foram utilizados 80 suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne magra na carcaça, com peso inicial de $84,64 \pm 1,28$ kg, distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso composto de cinco tratamentos, oito repetições e dois animais por unidade experimental, durante um período de 28 dias. O peso dos suínos foi adotado como critério na formação dos blocos.

Os tratamentos foram constituídos de rações contendo 0,936% de lisina digestível (Lis), suplementadas com ractopamina (5 ppm), com os níveis de 54; 58; 62; 66% de metionina + cistina digestível (Met+Cis) em relação à lisina digestível, correspondendo aos seguintes níveis de Met+Cis nas rações, 0,505; 0,543; 0,580; 0,617% e a dieta controle com 0,736% de Lis sem suplementação de ractopamina, com o nível de 62% de Met+Cis em relação à Lis, correspondendo ao nível de Met+Cis na ração de 0,456%.

Antes de iniciar o período experimental, os animais passaram por um período de sete dias de adaptação às baias, em que receberam uma ração prática de suínos à base de milho e farelo de soja para a fase de terminação contendo Clortetraciclina¹ (2,25 kg/tonelada) e Tilosina².

As rações experimentais (Tabela 1) foram formuladas à base de milho, sorgo e farelo de soja, para atender as exigências nutricionais dos animais, exceto metionina + cistina digestível. Na avaliação das relações aminoacídicas das rações foram utilizadas aquelas preconizadas por Rostagno et al. (2005) conceito de proteína ideal, para suínos na fase de terminação.

¹ Clortetraciclina – Contém por quilograma do produto: 200g de clortetraciclina.

² Tylan[®] 40 Premix – Contém por quilograma do produto: Atividade de tilosina (como fosfato) 88g; veículo q.s.p. 1000g.

Água e ração foram fornecidos à vontade durante todo o período experimental. As respectivas sobras de ração do chão foram coletadas diariamente sendo somadas às sobras do comedouro no final do período experimental.

As dietas foram pesadas durante todo o período experimental e os animais foram pesados individualmente, no início e no final do período experimental (28 dias), permitindo dessa forma, determinar o ganho de peso diário (GPD), a conversão alimentar (CA), o consumo de ração diário (CR) e o consumo de metionina mais cistina digestível diário (CMC). Além desses parâmetros foram avaliados os pesos final (PF) e após jejum pré-abate (PJ).

Na análise econômica foram utilizados os conceitos de margem bruta (*MB*) e índice de rentabilidade (*IR*) adotados por Buteri (2003).

A margem bruta média (*MBMe*) representa a diferença entre a receita bruta média (*RBMe*) e o custo médio de arraçãoamento (*CMeA*) sendo definida por:

$$MBMe = RBMe - CMeA$$

A receita bruta média (*RBMe*) foi obtida pelo produto da quantidade produzida, estocada ou consumida (*Q*) pelo preço de venda (*PV*) do produto.

$$RBMe = Q * PV$$

Tabela 1 – Composições centesimal e calculada das rações experimentais

Ingredientes (%)	Com ractopamina				Sem ractopamina
	Relação metionina + cistina dig /lisina dig				
	0,54	0,58	0,62	0,66	0,62
Milho	37,854	37,845	37,808	37,771	37,854
Sorgo baixo tanino	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000
Farelo de soja 45% PB	19,152	19,152	19,152	19,152	19,152
Óleo de soja	0,148	0,148	0,148	0,148	0,148
Fosfato bicálcico	0,807	0,807	0,807	0,807	0,807
Calcário	0,575	0,575	0,575	0,575	0,575
Sal	0,346	0,346	0,346	0,346	0,346
Amido	0,029	-	-	-	0,518
L-Lisina HCl	0,399	0,399	0,399	0,399	0,145
DL-Metionina	0,054	0,092	0,129	0,166	0,005
L-Treonina	0,142	0,142	0,142	0,142	-
L-Triptofano	0,019	0,019	0,019	0,019	-
Paylean [®] 20 ¹	0,025	0,025	0,025	0,025	-
Premix Vit.+ Min.+Aditivos ²	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Tylan [®] 40 Premix ³	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Total	100	100	100	100	100
Composição Calculada ⁴					
Energia Metabolizável (kcal/Kg)	3230	3230	3230	3230	3230
Proteína Bruta (%)	15,500	15,500	15,500	15,500	15,500
Lisina Total (%)	1,017	1,017	1,017	1,017	0,814
Lisina Dig. (%)	0,936	0,936	0,936	0,936	0,736
Met. + Cist. Dig. (%)	0,505	0,543	0,580	0,617	0,456
Treonina Dig. (%)	0,627	0,627	0,627	0,627	0,495
Triptofano Dig. (%)	0,178	0,178	0,178	0,178	0,160
Valina Dig. (%)	0,660	0,660	0,660	0,660	0,660
Cálcio (%)	0,490	0,490	0,490	0,490	0,490
Fósforo Total (%)	0,445	0,445	0,445	0,445	0,450
Fósforo Disponível (%)	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
Sódio (%)	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160

¹ Paylean[®] 20 - Contém por quilograma do produto: Cloridrato de ractopamina 20g; veículo q.s.p.

² Núcleo para suínos/terminação: Contém por quilograma do produto:

Vit. A, 750.000,00 UI; Vit. D3, 125.000,00 UI; Vit.E, 3.000,00 mg; Vit. K3, 125,00 mg; Tiamina (Vit. B1) 100,00 mg; Riboflavina (Vit. B2), 660,00 mg; Piridoxina (Vit. B6), 125,00 mg; Vit.B12, 3.000,00 mcg; Niacina, 3.750,00 mg; Pantotenato de cálcio, 1.875,00 mg; Ácido fólico, 200,00 mg; Colina, 10.500,00 mg; Ferro, 8.750,00 mg; Cobre, 3.750,00 mg; Manganês, 6.250,00 mg; Zinco, 18.750,00 mg; Iodo, 250,00 mg; Selênio, 75,00 mg; Antioxidante, 500,00 mg; veículo.

³ Tylan[®] 40 Premix - Contém por quilograma do produto: Atividade de tilosina (como fosfato) 88g; veículo q.s.p. 1000g.

⁴ Composição Calculada segundo as Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais de Aves e Suínos (Rostagno et al. 2005).

O custo médio de arração ($CMeA$) foi obtido pelo produto da quantidade média consumida de ração (CO) e o custo da ração (CD), durante os 28 dias de experimento, sendo definido por:

$$CMeA = CO * CD$$

O índice de rentabilidade (IR) foi obtido pelo quociente entre a margem bruta média e o custo médio de arração, e indica a taxa de retorno do capital empregado, ou seja, mostra o retorno econômico para cada real (R\$) gasto com alimentação.

$$IR = \frac{MBMe}{CMeA} * 100$$

Na análise econômica considerou-se apenas o custo da alimentação, dado que esta representa, em média, 70% do custo de produção de suínos.

A determinação dos custos das dietas (Tabela 3) foi realizada com base nos preços dos ingredientes em fevereiro de 2006 (Tabela 2), e os preços dos suínos, a partir do preço pago ao produtor no Frigorífico Industrial do Vale do Piranga (FRIVAP) em fevereiro de 2006, devidamente corrigidos aos índices de bonificação por tratamento.

As variáveis de desempenho foram analisadas utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG), desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa (2004), versão 9.0, utilizando-se os procedimentos para análise de variância e regressão. A média do tratamento sem ractopamina foi comparada com as médias dos demais tratamentos por diferença mínima significativa.

Tabela 2 – Preços dos ingredientes, em reais, por quilograma, utilizados nas formulações das dietas experimentais

Ingredientes*	R\$/kg
Milho	0,37
Sorgo baixo tanino	0,30
Farelo de soja 45% PB	0,70
Óleo de soja	2,43
Fosfato bicálcico	1,20
Calcário	0,13
Sal	0,24
Amido	1,50
L-Lisina HCl	4,41
DL-Metionina	6,40
L-Treonina	8,40
L-Triptofano	77,70
Paylean [®] 20	163,13
Premix Vit.+ Min.+Aditivos	9,00
Tylan [®] 40 Premix	31,64

* Valores vigentes em fevereiro de 2006, fornecidos pela Cooperativa dos Granjeiros do Oeste de Minas Ltda (COGRAN).

Tabela 3 – Custos das dietas experimentais

	Relação Met+Cis/Lisina				
	Com ractopamina				Sem ractopamina
	54	58	62	66	62
R\$/kg	0,551	0,553	0,555	0,558	0,477

Foi realizado um desdobramento da soma de quadrados de tratamentos em contrastes ortogonais para verificar o contraste entre o grupo de tratamentos suplementados com ractopamina e o tratamento sem ractopamina para cada parâmetro estudado.

Para a análise de variância, foi adotado o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = m + t_i + b_j + e_{ij}, \text{ em que: } \begin{aligned} i &= 1, 2, 3, \dots, I \\ j &= 1, 2, 3, \dots, j \end{aligned}$$

Y_{ij} = valor observado na parcela relativa ao tratamento i no bloco j ;

m = média geral;

t_i = efeito devido ao tratamento i ;

b_j = efeito devido ao bloco j ;

e_{ij} = efeito devido aos fatores não controlados (erro experimental).

As estimativas da melhor relação Met+Cis/Lis na presença de ractopamina foram determinadas por meio de análises de regressão linear, quadrática e ou descontínuo *Linear Response Plateau* (LRP), conforme o melhor ajustamento obtido para cada variável, levando-se em consideração o comportamento biológico dos animais.

Resultados e Discussão

As temperaturas do ar foram monitoradas diariamente durante o período experimental por meio de termômetros de máxima e mínima, localizados dentro do galpão, a meia altura do corpo dos animais, externamente às baias. As temperaturas máxima e mínima foram $33,02 \pm 1,77$ e $21,36 \pm 1,38^\circ\text{C}$, respectivamente.

As altas temperaturas estão associadas à piora no desempenho de suínos, principalmente pela redução no consumo de alimentos e pelo custo energético,

associado aos processos de termorregulação (Manno et al., 2006). Esses mesmos autores avaliaram os efeitos da temperatura ambiente sobre o desempenho de suínos dos 30 aos 60 kg e concluíram que a alta temperatura influencia negativamente o ganho de peso de suínos. Da mesma forma Tavares et al. (2000) constataram que os animais expostos ao calor apresentaram menor ganho de peso, menor consumo de ração e pior eficiência de utilização do alimento.

Verificou-se que mesmo os animais sendo de alto potencial genético para deposição de carne magra, o desempenho dos suínos foi inferior à média para esta fase. Isso pode ser explicado pelas elevadas temperaturas registradas durante o experimento causando redução do consumo de ração e consequentemente do ganho de peso diário.

Os Resultados de desempenho de suínos machos castrados em terminação suplementados com ractopamina em diferentes relações Met+Cis/Lis encontram-se na Tabela 4.

Constatou-se que as relações Met+Cis/Lis não afetaram ($P>0,10$) os pesos final e em jejum, o ganho de peso, o consumo de ração e a conversão alimentar dos animais suplementados com RAC.

Os resultados obtidos para GPD foram semelhantes aos de Knowles et al. (1998) que conduzindo dois experimentos com suínos em fase de terminação e não encontraram efeito das relações Met+Cis/Lis sobre o GPD e aos de Dean (2005) que também constatou que o aumento da concentração de Met+Cis na ração não afetou o GPD acima da relação 0,48 Met+Cis/Lis de suínos em terminação. Em contrapartida Loughmiller et al. (1996b) observaram que o GPD dos suínos em terminação tendeu a diminuir com o aumento na concentração de metionina mais cistina digestível na dieta.

Tabela 4 – Resultados de desempenho de suínos machos castrados em terminação suplementados com RAC em diferentes relações Met+Cis/Lis

Variáveis	Relação metionina + cistina dig/lisina dig com ractopamina				CV (%)
	0,54	0,58	0,62	0,66	
Peso inicial (kg)	84,67	84,55	84,64	84,67	-
Peso final (kg)	109,97	109,64	109,68	110,30	1,80
Peso em jejum (kg)	106,71	106,45	106,91	106,21	1,67
Ganho de peso (g/dia)	903	896	894	915	5,80
Consumo de ração (g/dia)	2343	2303	2315	2334	6,88
Conversão alimentar (g/g)	2,59	2,57	2,59	2,55	6,88
Consumo de Met+Cis (g/dia) ¹	11,8	12,5	13,4	14,4	7,07

¹Efeito linear (P<0,01)

Em um estudo realizado por Loughmiller et al. (1998) com suínos em terminação foi constatado que o aumento da relação dos aminoácidos sulfurados com a lisina de 63 para 70% nas dietas contendo 0,56% de lisina digestível aumentou o GPD dos animais.

Com relação ao consumo de ração (CR), os resultados obtidos foram similares ao de Dean (2005) e Loughmiller et al. (1996a). Santos et al. (2005) também verificou que o CR dos suínos em terminação não foi influenciado pelos níveis de Met+Cis. Entretanto, Loughmiller et al. (1998) observaram que o aumento da relação dos aminoácidos sulfurados com a lisina de 63 para 70% nas dietas contendo 0,56% de lisina digestível aumentou o CR de suínos em terminação.

Os resultados de CA observados neste estudo estão consistentes com aqueles verificados por Loughmiller et al. (1996a) e Dean (2005) que não constatarem variação significativa no CA dos suínos em terminação em razão do aumento da concentração de Met+Cis na ração. No entanto, de forma contrária, Santos et al. (2005) verificou melhora na CA dos suínos em terminação à medida

que se elevou a concentração de Met+Cis até o nível estimado de 0,506% correspondente a uma relação Met+Cis/Lis de 0,63.

As relações Met+Cis/Lis influenciaram ($P < 0,01$) o consumo de metionina mais cistina dos animais, que aumentou de forma linear segundo a equação: $\hat{Y} = -0,025 + 0,2175X$ ($r^2 = 0,99$). Semelhantes resultados foram obtidos por Kiefer et al. (2005) em ambiente de alta temperatura, no qual observou que o CMC diário dos suínos em crescimento aumentou de forma linear com o aumento do nível de aminoácidos sulfurados na dieta.

Aumento linear no CMC devido à elevação dos níveis de aminoácidos sulfurados na ração também foi observado por Santos et al. (2005). Como não ocorreu variação significativa no CR, o aumento verificado no CMC entre os tratamentos justifica os resultados.

A menor relação 0,54 Met+Cis/Lis foi suficiente para atender as exigências para melhor desempenho. Possivelmente isso se deve ao fato de que uma fração significativa das exigências dos aminoácidos sulfurados é controlada pela exigência de manutenção e não pela exigência de deposição de proteína, portanto, não aumenta proporcionalmente às exigências de lisina com o aumento da deposição de proteína (Mavromichalis & Cera, 2001). Além disso, tem sido observado que suínos com maior ganho de carne e melhor desempenho exigem mais lisina para o crescimento que suínos de pior desempenho e têm menor exigência de aminoácidos sulfurados em relação à lisina (Mavromichalis & Cera, 2001).

Os resultados de desempenho de suínos machos castrados em terminação suplementados ou não com ractopamina em diferentes relações Met+Cis/Lis encontram-se na Tabela 5.

Tabela 5 – Resultados de desempenho de suínos machos castrados em terminação suplementados ou não com RAC na dieta, em diferentes relações Met+Cis/Lis

Variáveis	Dietas com ractopamina				Dieta sem ractopamina	CV(%)
	Relação met + cis dig/lisina dig					
	0,54	0,58	0,62	0,66	0,62	
Peso inicial (kg)	84,67	84,55	84,64	84,67	84,62	-
Peso final (kg)	109,97	109,64	109,68	110,30	107,58	1,88
Peso em jejum (kg)	106,71	106,45	106,91	106,21	104,45	1,67
Ganho de peso diário(g) ¹	903*	896*	894*	915*	820	6,41
Consumo de ração diário (g)	2343	2303	2315	2334	2428	7,46
Conversão alimentar (g/g) ²	2,59*	2,57*	2,59*	2,55*	2,96	7,45
Consumo diário de Met+Cis (g) ³	11,8*	12,5*	13,4*	14,4*	11,1	7,48

Médias acompanhadas com um asterisco (*) na mesma linha diferem da dieta sem ractopamina por DMS (Diferença Mínima Significativa) a 5% de probabilidade. ¹ DMS = 40,9; ² DMS = 0,14; ³ DMS = 0,68.

Os pesos final ($P>0,10$) e em jejum ($P>0,07$) não foram influenciados pelos tratamentos.

Observou-se efeito ($P<0,02$) das dietas com RAC em diferentes relações Met+Cis/Lis e da dieta sem RAC, controle (CONT) sobre o GPD dos animais. Os animais suplementados com RAC em todas as relações Met+Cis/Lis apresentaram maior GPD ($P<0,05$) que os suínos alimentados com a dieta controle

Um aumento de aproximadamente 12% no GPD foi constatado ao compararem-se os resultados de GPD dos suínos suplementados com RAC na relação 0,66 metionina mais cistina digestível/lisina digestível com os animais sem suplementação com ractopamina, CONT.

Comparando-se as dietas com RAC em cada relação Met+Cis/Lis com a dieta CONT, observou-se que o CRD dos suínos alimentados com RAC em todas as relações Met+Cis/Lis não diferiu ($P>0,10$) dos animais da dieta controle.

Houve efeito ($P<0,01$) das dietas com RAC em diferentes relações Met+Cis/Lis e CONT sobre a CA dos suínos. Os animais suplementados com RAC em todas as relações Met+Cis/Lis apresentaram melhor CA que os suínos da dieta controle.

O consumo de metionina mais cistina dos animais foi influenciado ($P<0,01$) pelas dietas com RAC em diferentes relações Met+Cis e CONT, em que a dieta com RAC na maior relação Met+Cis/Lis (0,66) apresentou maior CMC. Provavelmente, o maior CMC ocorreu em razão de que foram adicionados níveis crescentes de metionina nas dietas e não ter sido observada variação significativa no CR.

Os Resultados de desempenho de suínos machos castrados em terminação suplementados ou não com RAC encontram-se na Tabela 6.

Tabela 6 – Resultados de desempenho de suínos machos castrados em terminação suplementados ou não com RAC

Variáveis	Dietas com ractopamina ¹	Dieta sem ractopamina	CV (%)
Peso inicial (kg)	84,63	84,62	-
Peso final (kg)	109,90 ^A	107,58 ^B	1,88
Peso ao jejum (kg)	106,57 ^A	104,45 ^B	1,67
Ganho de peso diário(g)	902 ^A	820 ^B	6,41
Consumo de ração diário (g)	2324	2428	7,46
Conversão alimentar (g/g)	2,58 ^B	2,96 ^A	7,45
Consumo diário de Met+Cis (g)	13,0 ^A	11,1 ^B	7,48

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha são estatisticamente diferentes pelo teste F a 5% de probabilidade. ¹ Média dos tratamentos com ractopamina.

O peso final dos suínos foi afetado ($P<0,01$) pela suplementação de RAC nas dietas. Os animais que receberam RAC terminaram com aproximadamente 2,30 kg a mais que os suínos da dieta controle. Essa diferença corresponde a uma melhora de cerca de 2%. Resultados similares foram obtidos por Marinho (2005) em que os animais que se alimentaram da ração contendo RAC (5 ppm) apresentaram 3,42 kg a mais no peso final que representa aumento de 2,78%.

Em outro trabalho Crome et al. (1996) também verificaram que a RAC propiciou efeito significativo no aumento do peso final. Por outro lado, Xiao et al. (1999) apesar de observar aumento no GPD, não constatou aumento no peso final de suínos suplementados com RAC (20 ppm).

A suplementação de RAC influenciou ($P<0,01$) o peso ao jejum dos suínos. Os animais alimentados com dietas contendo RAC terminaram com aproximadamente 2,12 kg a mais que os suínos da dieta controle. Essa melhora equivale a cerca de 2% a mais que os animais controle.

Verificou-se que a suplementação de RAC influenciou ($P<0,01$) o ganho de peso diário dos animais. Houve um aumento de aproximadamente 10% no GPD dos animais suplementados com RAC em relação ao controle. Este resultado foi semelhante ao encontrado por Xiao et al. (1999). Entretanto, esses autores trabalharam com suínos de 64 a 90 kg de peso alimentados com uma dieta com alta (18%) e baixa (13%) proteína suplementados com 20 ppm ractopamina. O aumento no GPD foi de 9,03% comparado ao controle nas dietas com alta proteína.

Crome et al. (1996) estudaram dois intervalos de peso de 68 a 107 kg e de 85 a 125 kg com 0, 10 e 20 ppm de RAC e observaram aumento de até 14,8% no GPD.

Em um estudo realizado por Marchant-forde et al. (2003) com suínos em terminação suplementados ou não com RAC (10 ppm) durante quatro semanas antes do abate também verificaram aumento no GPD, que foi de 14%.

Armstrong et al. (2004) avaliaram a suplementação de RAC (0, 5, 10 ou 20 ppm) em diferentes períodos 6, 13, 20, 27 e 34 dias e também observaram que com a concentração de 5 ppm na dieta houve aumento no GPD após seis dias de suplementação.

Da mesma forma, Watkins et al. (1990) conduziram dois estudos envolvendo 888 suínos e encontraram que todos os grupos de animais que receberam ractopamina apresentaram GPD superior ao grupo controle.

Em outro estudo, Marinho et al. (2005) também observaram que houve aumento no GPD de 163 e de 168 g aos 21 e 28 dias, respectivamente, nos animais tratados com ractopamina, que corresponde a melhoria de 11,5% e 12,1% respectivamente. Avaliando a influência do potencial genético em resposta à ractopamina, Mitchell et al. (1990) testaram duas linhagens de suínos de baixo e alto potencial genético para deposição de carne magra e duas dietas com 12 e 24% de

proteína e foi constatado que a adição de ractopamina (20 ppm) resultou em aumento de 10% no GPD nos animais das linhagens de baixo potencial com 12 e 24% de proteína e para aqueles de alto potencial com 24% de proteína.

Por outro lado, Mimbs et al. (2005) trabalhando com suínos em terminação, alimentados com dietas suplementadas com RAC durante 28 dias não encontraram efeito da ractopamina sobre o GPD. Brumm et al. (2004) também verificou que o GPD não foi afetado pela inclusão de RAC (10 ppm) na ração durante quatro semanas pré-abate.

Obervou-se que a suplementação de RAC não influenciou ($P>0,05$) o consumo de ração diário dos animais. Resultados semelhantes aos deste estudo foram encontrados por Budiño et al. (2005) em que o consumo de ração não diferiu entre os tratamentos, assim os maiores ganhos de peso foram proporcionados pelo maior aproveitamento das rações. De maneira similar, Marinho et al. (2005) testando dois níveis de ractopamina (0 e 5 ppm) não encontraram diferença significativa para o consumo de ração diário em 21 ou 28 dias de suplementação com ractopamina.

Entretanto, Brumm et al. (2004) observaram que a adição de ractopamina (10 ppm) diminuiu o consumo de ração dos suínos em quatro semanas de alimentação antes do abate.

Constatou-se neste estudo que numericamente houve uma redução de aproximadamente 4,3% no consumo de ração dos animais suplementados com ractopamina comparado ao controle.

Verificou-se que a suplementação de RAC influenciou ($P<0,01$) a CA dos suínos. Uma melhora de aproximadamente 13% na CA foi observada nos terminados suplementados com RAC. Melhora na CA também foi encontrado por Brumm et al. (2004), Mimbs et al. (2005) e Watkins et al. (1990). Da mesma forma, Crome et al.

(1996) trabalhando com suínos em terminação verificaram melhora de 18,6 e 13,9% na CA em suínos abatidos aos 125 e 107 kg, respectivamente.

Quando a ractopamina se liga ao receptor β -agonista adrenérgico ocorre uma série de eventos intracelulares que levam na fosforilação de enzimas que podem bloquear a lipogênese e ou aumentar a lipólise. Uma dessas enzimas é a lipase hormônio sensível, chave para a degradação de triglicerídeos nos adipócitos, que se torna ativa quando fosforilada. Por outro lado, a enzima acetil-CoA carboxilase, envolvida na biossíntese de ácidos graxos de cadeia longa se torna inativa quando fosforilada, diminuindo a biossíntese de ácidos graxos (Mersmann et al., 1998). Dessa forma a ractopamina tem causado aumento da lipólise e redução da lipogênese quando administrada em dietas para suínos em terminação.

Além disso, também tem sido verificado um aumento na síntese de proteínas musculares e uma redução na degradação dessas proteínas (Mersmann et al., 1998). Esses eventos em conjunto tendem a melhorar a eficiência alimentar dos animais, pois o incremento calórico decorrente da deposição de gordura é menor em relação ao de deposição de proteína, entretanto, ao depositar proteína esta agrega grande quantidade de água, o que não ocorre com a deposição de gordura que absorve baixa quantidade de água. Dessa forma, a suplementação de ractopamina pode melhorar a conversão alimentar dos suínos.

Verificou-se que o consumo de metionina mais cistina digestível diário foi maior ($P < 0,01$) para os animais suplementados com RAC. Possivelmente, o maior CMC ocorreu em razão de que foram adicionados níveis crescentes de metionina nas dietas com RAC e não ter sido observada variação significativa no CR.

O consumo de metionina mais cistina digestível por ganho de peso diário não foi influenciado ($P > 0,05$) pela suplementação de RAC. Como esse valor é obtido de

uma relação entre duas variáveis CMC e GPD, provavelmente a não diferença pode ser explicada pelo fato de que os suínos suplementados com RAC apresentaram maiores GPD e CMC.

Os resultados da análise econômica considerando o peso dos suínos, ao final de 28 dias de experimento, podem ser observados na Tabela 7.

O tratamento com RAC e relação 0,54 Met+Cis/Lis apresentou a maior margem bruta média (*MBMe*). De maneira semelhante, o maior índice de rentabilidade (*IR*), isto é, a taxa de retorno por real investido em alimentação, foi para o mesmo nível. Este índice indica que para cada real investido tem-se um retorno de, aproximadamente R\$ 0,49. O *IR* para a relação 0,54 Met+Cis/Lis foi aproximadamente 6% maior que o *IR* obtido com a dieta sem RAC que apresentou o menor *IR*.

A maior receita bruta média (*RBMe*) foi observada para a dieta com RAC e relação 0,54 Met+Cis/Lis. A dieta sem ractopamina apresentou a menor *RBMe*.

Entre as dietas com RAC, o menor custo médio de arração (*CMeA*) foi encontrado para a relação 0,54 Met+Cis/Lis.

Uma análise econômica do uso de RAC em dietas para suínos em terminação foi realizada por Li et al. (2002) e observaram que a utilização de RAC foi lucrativa. Além disso, os autores relataram que com o aumento do pagamento diferenciado por carne magra tem aumentado também o retorno ao uso de RAC.

Os melhores preços com bonificação foram obtidos com suínos suplementados com RAC e relação Met+Cis/Lis de 0,54 e 0,62. Um aumento de aproximadamente 3% no preço pago aos suínos vivos pelo frigorífico foi observado ao comparar essas relações com o preço recebido pelos animais não suplementados com ractopamina.

Tabela 7 – Análise econômica dos resultados obtidos com diferentes relações Met+Cis/Lis com e sem ractopamina de suínos na fase de terminação

	Relação Met+Cis/Lis				
	Com ractopamina				Sem ractopamina
	0,54	0,58	0,62	0,66	0,62
<i>RBMe</i> * (R\$/suíno)	54,131	52,729	53,601	53,565	47,691
<i>CMeA</i> * (R\$/suíno)	36,165	35,676	35,996	36,446	32,411
<i>MBMe</i> * (R\$/suíno)	17,966	17,053	17,606	17,119	15,280
<i>IR</i> (%) * (R\$/suíno)	49,46	47,58	48,62	47,52	46,51

* *RBMe* : Receita Bruta Média, *CMeA*: Custo Médio de Arraçoamento, *MBMe* : Margem Bruta Media, *IR* : Índice de Rentabilidade.

Tabela 8 – Preços de comercialização do suíno vivo em reais por quilograma

Variáveis	Relação Met+Cis/Lis				
	Com ractopamina				Sem ractopamina
	0,54	0,58	0,62	0,66	0,62
Preço base suíno vivo (R\$/kg)	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03
Preço com bonificação ¹ (R\$/kg)	2,14	2,10	2,14	2,09	2,08

¹Obtido pela multiplicação do preço base do suíno vivo pelo índice de bonificação.

Conclusão

A relação 0,54 metionina mais cistina digestível: lisina digestível, que correspondeu a um consumo de 12 g de metionina mais cistina digestível por dia, atende as exigências de suínos machos castrados de alto potencial genético dos 85 aos 109 kg suplementados com ractopamina para melhor desempenho.

Referências bibliográficas

- APPLE, J.K.; MAXWELL, C.V.; BROWN, D.C. et al. Effects of dietary lysine and energy density on performance and carcass characteristics of finishing pigs fed ractopamine. **Journal of Animal Science**, v.82, p.3277-3287, 2004.
- ARMSTRONG, T.A.; IVERS, D.J.; WAGNER, J.R. et al. The effect of dietary ractopamine concentration and duration of feeding on growth performance, carcass characteristics, and meat quality of finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.82, p. 3245-3253, 2004.
- BRUMM, M.C., MILLER, P.S., THALER, R.C. Response of barrows to space allocation and ractopamine. **Journal of Animal Science**, v.82, p. 3373-3379, 2004.
- BUDIÑO, F.E.L.; THOMAZ, M.C.; NEME, R. et al. Efeito da adição de diferentes níveis e fontes de cloridrato de ractopamina, sobre o desempenho e características da carcaça de suínos em terminação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 12., 2005, Fortaleza, CE. **Anais...**Fortaleza. 2005.p.333.
- BUTERI, C.B. **Efeitos de diferentes planos nutricionais sobre a composição e o desempenho produtivo e econômico de frangos de corte**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 151p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- 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 kilogramas. **Journal of Animal Science**, v.74, p.709-716, 1996.
- DEAN, D.W. **Amino acid requirements and low crude protein, amino acid supplemented diets for swine and poultry**. Kansas State University, 2005. 120p. Tese (Doctor of Philosophy) - Kansas State University, 2005.
- KIEFER, C.; FERREIRA, A.S.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Exigência de metionina mais cistina digestível para suínos machos castrados mantidos em ambiente de alta temperatura dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.104-111, 2005.
- KNOWLES, T.A.; SOUTHERN, L.L. and BIDNER, T.D. Ratio of total sulphur amino acids to lysine for finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.76, p.1081-1090, 1998.
- LI, N. et al. **Profitable use of ractopamine in hog production-economic evaluation using a pig growth model**. Purdue University. Swine Research Report. 2002. 6p.

- LOUGHMILLER, J.A.; GOODBAND, R.D.; TOKACH, M.D. et al. **Evaluation of the total sulphur amino acid requirement of finishing pigs.** Swine Day Report, p.130-132.1996a.
- LOUGHMILLER, J.A.; TOKACH, M.D.; GOODBAND, R.D. et al. **Dietary total sulphur amino acid requirement for optimal growth performance and carcass characteristics in finishing gilts.** Swine Day Report, p.133-135.1996b.
- LOUGHMILLER, J.A.; NELSEN, J.L.; GOODBAND, R.D. Influence of dietary total sulphur amino acids and methionine on growth performance and carcass characteristics of finishing gilts. **Journal of Animal Science.** v.76, p.2129-2137, 1998.
- MACHADO, G.S.; FONTES, D.O. Relationship between nutritional requirements and the immune system in swine. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 2., 2005, Viçosa. **Anais...**Viçosa- Minas Gerais, 2005. p.75.
- MANNO, M.C.; OLIVEIRA, R.F.M.; LOPES, J.L. et. al. Efeitos da temperatura ambiente sobre o desempenho de suínos dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.471-477, 2006.
- MARCHANT-FORDE, J.N.M.; LAY JR, D.C.; PAJOR, E.A. et al. The effects of ractopamina on the behaviour and physiology of finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.81, p.416-422, 2003.
- MARINHO, P.C. **Efeitos da ractopamina, níveis de lisina e métodos de formulação de dietas sobre o desempenho e características de carcaça de suínos machos castrados em terminação.** Belo Horizonte, MG: Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, 2005. 53p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais.
- MAVROMICHALIS, I.D. & CERA, K.R. Update on the ideal amino acid profile for finishing pigs. **Feedstuffs**, v.73, n.26, p.11-13. 2001.
- MERSMANN, H. J. Overview of the effects of β -adrenergic receptor agonists on animal growth including mechanisms of action. **Journal of Animal Science**, v.76, p.160-172, 1998.
- MIMBS, J.K.; PRINGLE, T.D.; AZAIN, M.J.; et al. Effects of ractopamine on performance and composition of pigs phenotypically sorted into fat and lean groups. **Journal of Animal Science**, v.83, p.1361-1369, 2005.
- MITCHELL, A.D.; SOLOMON, M.B.; STEELE, N.C. Response of low and high protein select lines of pigs to the feeding of the beta-adrenergic agonist ractopamina (phenethanolamine). **Journal of Animal Science**, v.68, p.3226-3232, 1990.

- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos** (Composição de alimentos e exigências nutricionais). Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 186p.
- SANTOS, F.A.; DONZELE, J.L.; SILVA, F.C.O. et al. Exigência de metionina e cistina digestíveis para suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne magra, dos 60 aos 95 kg. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. Anais... Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, [2004] (CD-ROM).
- SCHINCKEL, A.P.; RICHERT, B.T.; KENDALL, D.C. Modeling the response to paylean and dietary lysine requirements. Purdue University. **Swine Day Report**. 2000.5p.
- TAVAREZ, S.L.S.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Influência da Temperatura Ambiente sobre o Desempenho e os Parâmetros Fisiológicos de Suínos Machos Castrados dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.199-205, 2000.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **Sistema para análises estatísticas e genéticas (SAEG)** - Viçosa, MG: UFV. Versão 9.0. 2004.
- WATKINS, L.E.; JONES, D.J.; MOWREY, D.H.; et al. The effect of various levels of ractopamine hydrochloride on the performance and carcass characteristics of finishing swine. **Journal of Animal Science**, v.68, p.3588-3595, 1990.
- WRAY-CAHEN, D. Performance-Enhancing substances In: LEWIS, J. A. e SOUTHERN, L. L. (Ed.) **Swine nutrition**. 2.ed.2000. p.427-435.
- XIAO, R.J.; XU, Z.R.; CHEN, H.L. Effects of ractopamine at different dietary protein levels on growth performance and carcass characteristics in finishing pigs. **Animal Feed Science and Technology**. v.79, p.119-127, 1999.

Efeitos de Relações Metionina mais Cistina Digestível: Lisina Digestível em dietas suplementadas com ractopamina sobre Características de Carcaça e Colesterol em Carnes de Suínos de 85 aos 109 kg

RESUMO - O experimento foi realizado com o objetivo de determinar a relação metionina + cistina digestível: lisina digestível (Met+Cis/Lis) para melhores características de carcaça e teor de colesterol total em suínos machos castrados, selecionados geneticamente para deposição de carne magra na carcaça, na fase de terminação suplementados com ractopamina (RAC). Foram utilizados 80 suínos com peso inicial de $84,64 \pm 1,28$ kg, distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso composto de cinco tratamentos (quatro dietas com ractopamina e relações 0,54; 0,58; 0,62 e 0,66 Met+Cis/Lis e uma dieta sem RAC e 0,62 Met+Cis/Lis), oito repetições e dois animais por unidade experimental, durante um período de 28 dias. As temperaturas máxima e mínima foram $33,02 \pm 1,77$ e $21,36 \pm 1,38^\circ\text{C}$, respectivamente. Em animais suplementados com RAC as relações Met+Cis/Lis não influenciaram a espessura de toucinho (ET), a quantidade de carne magra (QCM), o peso da carcaça (PC), a porcentagem de carne magra (PCM) e o rendimento de carcaça (RC). As relações Met+Cis/Lis influenciaram a concentração de colesterol total no lombo de forma quadrática segundo a equação $\hat{Y} = -227,02 + 967,45X - 835,94X^2$, ($R^2 = 0,99$), em que o menor teor de colesterol total foi verificado nos suínos alimentados com dietas na relação 0,66 Met+Cis/Lis, mas as concentrações de colesterol total no músculo *Longissimus dorsi* (lombo) e no toucinho não foram influenciadas pela suplementação de RAC nas dietas. A suplementação de RAC na dieta melhorou a QCM dos animais em aproximadamente 6% comparado aos suínos não suplementados com RAC. Os terminados suplementados com RAC apresentaram aumento de aproximadamente 4% no PC e 2% no RC quando comparado aos animais que não receberam RAC na ração. A suplementação de RAC não influenciou a ET e nem a PCM dos animais. Conclui-se que em suínos dos 85 aos 109 kg suplementados com RAC a relação 0,54 Met+Cis/Lis atende as exigências para melhores características de carcaça, entretanto, para minimizar o nível de colesterol no lombo e no toucinho é 0,66 Met+Cis/Lis.

Palavras-chave: aminoácidos sulfurados, carne magra, lombo, toucinho

Effects of Increasing the Digestible Methionine plus Cystine to Digestible Lysine Ratio on Carcass Characteristics and Cholesterol in Pork and Fat of Pigs from 85 to 109 kg Fed Ractopamine

ABSTRACT - The objective of this study was to determine the digestible methionine plus cystine to digestible lysine ratio (Met+Cys/Lys) for barrows with high genetic potential for lean gain fed ractopamine (RAC) in finishing phase for better carcass characteristics and low cholesterol concentration. Eighty barrows with an average initial body weight of 84.64 ± 1.28 kg were allotted to dietary treatment on the basis of weight in randomized complete block design. Dietary treatments included a basal diet containing RAC plus DL-Met, resulting in treatment diets containing Met+Cys/Lys of 0.54, 0.58, 0.62, 0.66 and a diet without RAC containing Met+Cys/Lys of 0.62, control (CONT). There were eight replications of barrows with two pigs per replicate during 28 days. The maximum and minimum temperatures were 33.02 ± 1.77 and $21.36 \pm 1.38^\circ\text{C}$, respectively. Increasing the Met+Cys/Lys had no effects on fat depth (FD), fat-free lean mass (FFLM), carcass weight (CW), fat-free lean percentage (FFLP) and dressing (DR) for pigs fed RAC. The digestible methionine + cystine of the diet influenced in a quadratic way the cholesterol concentration, $\hat{Y} = -227,1900 + 9,6809X - 0,0837X^2$, ($R^2 = 0,99$), being the Met+Cys/Lys of 0.66 for minimum cholesterol concentration, but the RAC had no effects on cholesterol concentration in muscle (*Longissimus dorsi*) and fat. The RAC increased FFLM by 6%, CW by 4% and DR by 2% compared to control pigs. However, the RAC had no effects on FD and FFLP of barrows. Based on data from this experiment, for better carcass characteristics the optimum Met+Cys/Lys is 0.54, but to minimize cholesterol concentration in muscle and fat is 0.66.

Key words: carcass weight, dressing, fat-free lean mass, sulphur amino acids

Introdução

O consumidor moderno está cada vez mais preocupado com a gordura presente nos alimentos de origem animal, muitas vezes associada às doenças cardiovasculares, e dessa forma anseia por uma carne suína mais magra, saudável e de alta qualidade.

Aliado a esse processo de exigência por parte do consumidor, um estímulo financeiro para produção de animais de melhor qualidade de carcaça veio no início da década de 90, com a implantação da tipificação de carcaças propiciando aumento significativo no percentual de carne (Fávero 2002).

Frente ao desafio de produzir carcaças de suínos com maior teor de carne magra e reduzida porcentagem de gordura, modificações nutricionais podem contribuir de forma efetiva.

Neste sentido, agentes repartidores de nutrientes têm sido utilizados na alimentação de suínos em terminação, contribuindo para melhoria do desempenho pelo aumento do ganho de peso diário, da diminuição do consumo diário de ração, da melhora da eficiência alimentar e simultaneamente, do aumento da relação carne /gordura da carcaça (Mimbs et al., 2005).

A ractopamina é um β -agonista adrenérgico que altera a maneira nas quais os nutrientes são direcionados para deposição de gordura e de músculo, resultando em aumento da carne magra na carcaça ao elevar a deposição muscular e ao reduzir a deposição de gordura (Watkins et al., 1990).

Observa-se que na prática, as exigências de lisina são maiores em animais alimentados com ractopamina, pois esse aminoácido é praticamente todo direcionado para a deposição muscular (Apple et al., 2004) e (Schinckel et al., 2000). Entretanto, a lisina é o aminoácido referência no conceito de proteína ideal, assim a relação dos

outros aminoácidos essenciais com a lisina poderá ser alterada, modificando a proteína ideal padrão.

Machado & Fontes (2005) mostraram que os aminoácidos sulfurados são majoritários nas proteínas associadas às funções de manutenção, onde representam 4,9% e minoritários nas proteínas musculares, onde representam aproximadamente 1,6%. Logo, ao contrário da lisina, as exigências dos aminoácidos sulfurados tendem a ser mais elevadas em animais estimulados imunologicamente.

Uma fração significativa das exigências dos aminoácidos sulfurados é controlada pela exigência de manutenção e não pela exigência de deposição de proteína, portanto, não aumenta proporcionalmente às exigências de lisina com o aumento da deposição de proteína (Mavromichalis & Cera, 2001). Esses autores ainda afirmaram que suínos com maior ganho de carne e melhor desempenho exigem mais lisina para o crescimento que suínos de pior desempenho e têm menor exigência de aminoácidos sulfurados em relação à lisina.

Diante do exposto, o objetivo foi determinar a relação metionina mais cistina digestível: lisina digestível em suínos machos castrados suplementados com ractopamina, selecionados geneticamente para deposição de carne magra na carcaça, na fase de terminação, para melhores características de carcaça e colesterol total no lombo.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Granja de Suínos da Fazenda Experimental Vale do Piranga, pertencente à Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), localizada no município de Oratórios-MG, no período de janeiro a fevereiro de 2006.

Os animais foram alojados em baias com uma área disponível de 1,93 m² por animal, providas de comedouro semi-automático e bebedouro tipo chupeta, em galpão de alvenaria com piso de concreto e coberto com telhas de amianto.

Foram utilizados 80 suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne magra na carcaça, com peso inicial de 84,64±1,28 kg, distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso composto de cinco tratamentos, oito repetições e dois animais por unidade experimental, durante um período de 28 dias. O peso dos suínos foi adotado como critério na formação dos blocos.

Os tratamentos foram constituídos de rações contendo 0,936% de lisina (Lis) digestível, suplementadas com 5 ppm de ractopamina, com os níveis de 54; 58; 62; 66% de metionina mais cistina digestível (Met+Cis) em relação à lisina digestível (Lis), correspondendo aos seguintes níveis de Met+Cis nas rações, 0,505; 0,543; 0,580; 0,617% e a dieta controle com 0,736% de lisina digestível sem suplementação de ractopamina, com o nível de 62% de Met+Cis em relação à Lis, correspondendo ao nível de Met+Cis na ração de 0,456%.

Antes de iniciar o período experimental, os animais passaram por um período de sete dias de adaptação às baias, em que receberam uma ração prática de suínos à base de milho e farelo de soja para a fase de terminação contendo Clortetraciclina³ (2,25 kg/tonelada) e Tilosina⁴ (2,3 kg/tonelada).

As rações experimentais (Tabela 1) foram formuladas à base de milho, sorgo e farelo de soja, para atender as exigências nutricionais dos animais, exceto metionina + cistina digestível. Na avaliação das relações aminoacídicas das rações

³ Clortetraciclina – Contém por quilograma do produto: 200g de clortetraciclina.

⁴ Tylan®40 Premix – Contém por quilograma do produto: Atividade de tilosina (como fosfato) 88g; veículo q.s.p. 1000g.

foram utilizadas aquelas preconizadas por Rostagno et al. (2005) conceito de proteína ideal, para suínos na fase de terminação.

Água e ração foram fornecidos à vontade durante todo o período experimental.

Ao final do período, quando atingiram 28 dias de consumo das dietas experimentais, e peso de $109,2 \pm 4,78$ kg de peso, os animais foram submetidos a jejum por 18 horas, e encaminhados para o abate, realizado no Frigorífico Industrial do Vale do Piranga (FRIVAP), localizado em Ponte Nova-MG, a cinco quilômetros do galpão experimental. Os animais foram insensibilizados por choques de alta voltagem de 270 volts e baixa amperagem de 1,5A, de 3 a 5 segundos e sacrificados por sangramento. As carcaças foram depiladas com lança-chamas e evisceradas.

Foram avaliados os seguintes critérios: A espessura de toucinho (ET) por meio de aparelho de tipificação de carcaça (Henessy), o rendimento de carne magra (RCM), a quantidade de carne magra (QCM), o peso da carcaça (PC) e a porcentagem de carne magra na carcaça (PCM) segundo técnica adotada no Frigorífico, colesterol total, rendimento de carcaça (RC) e índice de bonificação (IB). O IB é um fator percentual, maior que zero que diferencia cada carcaça quente pelo critério de qualidade estabelecido. O rendimento de carcaça foi obtido pela relação entre o peso da carcaça e o peso do animal em jejum multiplicado por cem. O índice de bonificação fornecido pelo frigorífico serve como base para o pagamento diferenciado para as carcaças de animais, beneficiando os animais mais magros.

Tabela 1 – Composições centesimal e calculada das rações experimentais

Ingredientes (%)	Com ractopamina				Sem ractopamina
	Relação metionina mais cistina dig /lisina dig				
	0,54	0,58	0,62	0,66	0,62
Milho	37,854	37,845	37,808	37,771	37,854
Sorgo baixo tanino	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000
Farelo de soja 45% PB	19,152	19,152	19,152	19,152	19,152
Óleo de soja	0,148	0,148	0,148	0,148	0,148
Fosfato bicálcico	0,807	0,807	0,807	0,807	0,807
Calcário	0,575	0,575	0,575	0,575	0,575
Sal	0,346	0,346	0,346	0,346	0,346
Amido	0,029	-	-	-	0,518
L-Lisina HCl	0,399	0,399	0,399	0,399	0,145
DL-Metionina	0,054	0,092	0,129	0,166	0,005
L-Treonina	0,142	0,142	0,142	0,142	-
L-Triptofano	0,019	0,019	0,019	0,019	-
Paylean® 20 ¹	0,025	0,025	0,025	0,025	-
Premix Vit.+ Min.+Aditivos ²	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Tylan® 40 Premix ³	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Total	100	100	100	100	100
Composição Calculada ⁴					
Energia Metabolizável (kcal/Kg)	3230	3230	3230	3230	3230
Proteína Bruta (%)	15,500	15,500	15,500	15,500	15,500
Lisina Total (%)	1,017	1,017	1,017	1,017	0,814
Lisina Dig. (%)	0,936	0,936	0,936	0,936	0,736
Met. + Cist. Dig. (%)	0,505	0,543	0,580	0,617	0,456
Treonina Dig. (%)	0,627	0,627	0,627	0,627	0,495
Triptofano Dig. (%)	0,178	0,178	0,178	0,178	0,160
Valina Dig. (%)	0,660	0,660	0,660	0,660	0,660
Cálcio (%)	0,490	0,490	0,490	0,490	0,490
Fósforo Total (%)	0,445	0,445	0,445	0,445	0,450
Fósforo Disponível (%)	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
Sódio (%)	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160

¹ Paylean® 20 - Contém por quilograma do produto: Cloridrato de ractopamina 20g; veículo q.s.p.

² Núcleo para suínos/terminação: Contém por quilograma do produto:

Vit. A, 750.000,00 UI; Vit. D3, 125.000,00 UI; Vit.E, 3.000,00 mg; Vit. K3, 125,00 mg; Tiamina (Vit. B1) 100,00 mg; Riboflavina (Vit. B2), 660,00 mg; Piridoxina (Vit. B6), 125,00 mg; Vit.B12, 3.000,00 mcg; Niacina, 3.750,00 mg; Pantotenato de cálcio, 1.875,00 mg; Ácido fólico, 200,00 mg; Colina, 10.500,00 mg; Ferro, 8.750,00 mg; Cobre, 3.750,00 mg; Manganês, 6.250,00 mg; Zinco, 18.750,00 mg; Iodo, 250,00 mg; Selênio, 75,00 mg; Antioxidante, 500,00 mg; veículo.

³ Tylan® 40 Premix - Contém por quilograma do produto: Atividade de tilosina (como fosfato) 88g; veículo q.s.p. 1000g.

⁴ Composição Calculada segundo as Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais de Aves e Suínos (Rostagno et al. 2005).

As carcaças foram direcionadas para uma câmara fria (2 a 4°C) onde permaneceram por 18 horas. A meia carcaça direita foi escolhida para a coleta dos cortes de lombo (*Longissimus dorsi*) e de toucinho para posterior análise de colesterol total. As amostras foram obtidas entre a décima e a décima primeira vértebra lombar.

Logo após serem coletadas, as amostras foram embaladas a vácuo em equipamento utilizado no frigorífico, dentro de embalagens plásticas de polietileno com nylon. As amostras embaladas foram então transportadas em caixas de isopor com gelo para um congelador e depois levado para o Departamento de Ciência de Alimentos da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas - F.E.A. – UNICAMP, onde se procedeu à análise de colesterol total por CLAE (Cromatografia Líquida de Alta Eficiência) segundo Bragagnolo & Nogueira (2002) e Saldanha et al. (2004).

As variáveis de características de carcaça e colesterol total foram analisadas utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG), desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa (2004), versão 9.0, utilizando-se os procedimentos para análise de variância e regressão. A média do tratamento sem ractopamina foi comparada com as médias dos demais tratamentos por diferença mínima significativa.

Foi realizado um desdobramento da soma de quadrados de tratamentos em contrastes ortogonais para verificar o contraste entre o grupo de tratamentos suplementados com ractopamina e o tratamento sem ractopamina para cada parâmetro estudado.

Para a análise de variância, foi adotado o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = m + t_i + b_j + e_{ij}, \text{ em que: } \begin{aligned} i &= 1, 2, 3, \dots, I \\ j &= 1, 2, 3, \dots, j \end{aligned}$$

Y_{ij} = valor observado na parcela relativa ao tratamento i no bloco j ;

m = média geral;

t_i = efeito devido ao tratamento i ;

b_j = efeito devido ao bloco j ;

e_{ij} = efeito devido aos fatores não controlados (erro experimental).

As estimativas da melhor relação Met+Cis/Lis na presença de ractopamina foram determinadas por meio de análises de regressão e/ou descontínuo *Linear Response Plateau* (LRP), conforme o melhor ajustamento obtido para cada variável, levando-se em consideração o comportamento biológico dos animais.

Resultados e Discussão

As temperaturas do ar foram monitoradas diariamente durante o período experimental por meio de termômetros de máxima e mínima, localizados dentro do galpão, a meia altura do corpo dos animais, externamente às baias. As temperaturas máxima e mínima foram $33,02 \pm 1,77$ e $21,36 \pm 1,38^\circ\text{C}$, respectivamente.

Os resultados de características de carcaças de suínos machos castrados em terminação suplementados com RAC em diferentes relações de Met+Cis/Lis estão apresentados na Tabela 2.

Não houve efeito ($P>0,10$) das relações Met+Cis/Lis sobre a espessura de toucinho (ET). Resultados similares foram obtidos por Loughmiller et al. (1996a; 1996b e 1998), Santos et al. (2005) e Knowles et al. (1998) que também não observaram efeito dos níveis de Met+Cis da ração sobre a ET dos suínos na fase de terminação.

A quantidade de carne magra (QCM) dos animais não foi influenciada ($P>0,10$) pelos tratamentos, o que está em acordo com o resultado obtido por Knowles et al. (1998) que verificaram tendência de aumento na QCM dos suínos alimentados com a ração em que a relação Met+Cis/Lis correspondeu a 0,55.

Em desacordo com este estudo, Santos et al. (2005) verificou aumento da QCM dos animais com elevação do nível de Met+Cis até a relação correspondente a 0,63 com a lisina.

Constatou-se que o peso da carcaça (PC) dos suínos não foi afetado ($P>0,10$) pelas diferentes relações Met+Cis/Lis. Resultados similares foram obtidos por Loughmiller et al. (1996a) e Santos et al. (2005) que também não observou efeito do aumento de Met+Cis na ração sobre o PC. Em outro trabalho, Knowles et al. (1998) constataram que o PC respondeu de forma inconsistente apresentando efeito cúbico em resposta à elevação da relação Met+Cis/Lis.

A porcentagem de carne magra (PCM) não foi influenciada ($P>0,10$) pelas relações Met+Cis/Lis.

Tabela 2 – Características de carcaças de suínos machos castrados em terminação suplementados com ractopamina e diferentes relações Met+Cis/Lis

Variáveis	Relação Met+Cis/Lis com RAC				CV (%)
	0,54	0,58	0,62	0,66	
Espessura de toucinho (mm)	12,68	14,00	12,63	14,58	11,78
Quantidade de carne magra (kg)	46,83	46,22	46,85	45,91	3,68
Peso da carcaça (kg)	78,47	78,92	78,58	78,96	2,26
Porcentagem de carne magra (%)	59,60	58,42	59,60	58,35	2,10
Rendimento de carcaça (%)	73,54	74,17	73,51	74,35	2,41
Índice de bonificação	105,61	103,69	105,63	103,19	2,35

Os resultados de Loughmiller et al (1996b), Knowles et al. (1998) e Santos et al. (2005) corroboram com os dados deste estudo, que também não observaram efeito da elevação da concentração de Met+Cis/ na dieta sobre a PCM dos animais.

A resposta de PCM obtida neste estudo esta coerente com o relato de Knowles et al. (1998) de que a relação ótima de Met+Cis/Lis para melhor desempenho e características de carcaça de suínos em terminação não seria maior que 0,47 e com o de Loughmiller et al. (1998) relataram que a exigência de relação metionina mais cistina digestível para suínos dos 72 aos 104 kg não seria maior que 50% da exigência de lisina digestível da ração.

A menor relação 0,54 Met+Cis/Lis foi suficiente para atender as exigências para melhores características de carcaça. Possivelmente isso se deve ao fato de que uma fração significativa das exigências dos aminoácidos sulfurados é controlada pela exigência de manutenção e não pela exigência de deposição de proteína, portanto, não aumenta proporcionalmente às exigências de lisina com o aumento da deposição de proteína (Mavromichalis & Cera, 2001). Além disso, tem sido observado que suínos com maior ganho de carne e melhor desempenho exigem mais lisina para o

crescimento que suínos de pior desempenho e têm menor exigência de aminoácidos sulfurados em relação à lisina (Mavromichalis & Cera, 2001).

Os Resultados de características de carcaças de suínos machos castrados em terminação suplementados ou não com RAC em diferentes relações Met+Cis/Lis encontram-se na Tabela 3.

Observou-se que a ET não foi influenciada ($P>0,05$) pelos tratamentos. Entretanto, numericamente os suínos suplementados com RAC nas relações 0,54 e 0,62 metionina mais cistina digestível/lisina digestível apresentaram menores ET quando comparados com os animais alimentados com a dieta controle.

A QCM foi influenciada ($P<0,01$) pelos tratamentos. Verificou-se que a QCM dos suínos suplementados com RAC em cada relação Met+Cis/Lis foi maior que a QCM dos animais não suplementados com RAC.

Houve efeito ($P<0,01$) das dietas sobre o PC. Os suínos suplementados com RAC em cada relação Met+Cis/Lis apresentaram maior PC que os animais que não receberam RAC na dieta.

Observou-se efeito ($P<0,04$) dos tratamentos sobre a porcentagem de carne magra dos suínos. Os animais suplementados com RAC nas relações 0,54 e 0,62 metionina mais cistina digestível/lisina digestível obtiveram maior PCM que os suínos alimentados com a dieta controle. Entretanto, os animais suplementados com RAC nas relações 0,58 e 0,66 metionina mais cistina digestível/lisina digestível não diferiram dos terminados controle.

Verificou-se que o rendimento de carcaça não foi influenciado ($P>0,10$) pelas dietas.

Houve efeito ($P<0,05$) das dietas sobre o índice de bonificação. Os IB obtidos para as dietas 0,54 e 0,62 Met+Cis/Lis foram maiores que da dieta sem RAC.

Tabela 3 – Características de carcaças de suínos machos castrados em terminação suplementados ou não com ractopamina em dietas com diferentes relações Met+Cis/Lis

Variáveis	Dietas com ractopamina				Dieta sem ractopamina	CV(%)
	Relação Met+Cis/Lis					
	0,54	0,58	0,62	0,66	0,62	
Espessura de toucinho (mm)	12,68	14,00	12,63	14,58	13,67	11,72
Quantidade de carne magra (kg) ¹	46,83 *	46,22 *	46,85 *	45,91 *	43,98	3,77
Peso de carcaça (kg) ²	78,47 *	78,92 *	78,58 *	78,96 *	75,57	2,43
Porcentagem de carne magra (%) ³	59,60 *	58,42 ^{ns}	59,60 *	58,35 ^{ns}	58,18	2,04
Rendimento de carcaça (%)	73,54	74, 17	73,51	74,35	72,38	2,38
Índice de bonificação ⁴	105,61*	103,69	105,63*	103,19	102,64	2,28

Médias acompanhadas com um asterisco (*) na mesma linha diferem da dieta sem ractopamina por DMS (Diferença Mínima Significativa) a 5% de probabilidade. ¹ DMS = 1,25; ² DMS = 1,37; ³ DMS = 0,86; ⁴ DMS = 1,71..

Entretanto, os IB encontrados para as dietas 0,58 e 0,66 Met+Cis/Lis não diferiram da dieta controle.

Os resultados de características de carcaça de suínos machos castrados em terminação suplementados ou não com RAC podem ser vistos na Tabela 4.

Verificou-se que a suplementação de RAC não influenciou ($P>0,05$) a espessura de toucinho dos animais. Resultados similares foram obtidos por Marinho (2005) e Brumm et al. (2004). De maneira semelhante Armstrong et al. (2004) observaram que a ractopamina não afetou a ET na décima costela, independente da duração, 6, 13, 20, 27 ou 34 dias. Entretanto, diversos autores têm encontrado redução na ET em resposta ao uso de RAC, como Xiao et al. (1999), Crome et al. (1996), Bellaver et al. (1991) e Mitchell et al. (1990). Em outro estudo, Marchant-forde et al. (2003) também relataram que suínos alimentados com dietas suplementadas com ractopamina tenderam a apresentar menor espessura de toucinho na 10ª costela que a dieta controle.

Constatou-se que a suplementação de RAC influenciou ($P<0,01$) quantidade de carne magra dos animais. Uma melhora de aproximadamente 6% na QCM foi observada nos suínos suplementados com RAC. Quando a ractopamina se liga ao receptor β -agonista adrenérgico ocorre uma série de eventos intracelulares que levam na fosforilação de enzimas que podem bloquear a lipogênese e ou aumentar a lipólise. Uma dessas enzimas é a lipase hormônio sensível, chave para a degradação de triglicerídeos nos adipócitos, que se torna ativa quando fosforilada. Por outro lado, a enzima acetil-CoA carboxilase, envolvida na biossíntese de ácidos graxos de cadeia longa se torna inativa quando fosforilada, diminuindo a biossíntese de ácidos graxos (Mersmann et al., 1998).

Tabela 4 – Características de carcaça de suínos machos castrados em terminação suplementados ou não com RAC

Variáveis	Dietas Com Ractopamina ¹	Dietas Sem Ractopamina	CV (%)
Espessura de toucinho (mm)	13,47	13,67	11,72
Quantidade de carne magra (kg)	46,45 ^A	43,98 ^B	3,77
Peso de carcaça (kg)	78,73 ^A	75,57 ^B	2,43
Porcentagem de carne magra (%)	58,99	58,18	2,00
Rendimento de carcaça (%)	73,89 ^A	72,38 ^B	2,38
Índice de bonificação	104,53	102,64	2,28

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha são estatisticamente diferentes pelo teste F a 5% de probabilidade. ¹ Média dos tratamentos com ractopamina.

O peso da carcaça dos suínos (PC) foi afetado ($P<0,01$) pela suplementação de RAC. Os terminados suplementados com RAC apresentaram uma melhora de aproximadamente 4% no PC comparado aos animais que não receberam RAC na ração, CONT. Semelhantes resultados foram encontrados por Marchant-forde et al. (2003), em que suínos alimentados com ractopamina obtiveram maiores pesos de carcaça quente ao abate que suínos alimentados com as dietas controles. De maneira similar Armstrong et al. (2004) verificaram que depois de 20 dias de alimentação, suínos alimentados com 10 e 20 ppm de RAC apresentaram maior peso de carcaça quente comparado ao controle.

Por outro lado, Brumm et al. (2004) trabalhando com suínos em terminação suplementados com RAC (10 ppm) quatro semanas pré-abate não verificaram efeito da RAC sobre o PC dos animais.

Em contrapartida, Bellaver et al. (1991) não encontraram diferença significativa para peso de carcaça fria entre animais com ou sem ractopamina.

A porcentagem de carne magra (PCM) não foi influenciada ($P>0,05$) pela suplementação de RAC na dieta. Esses resultados estão em acordo com os de

Marinho (2005) trabalhando com suínos em terminação, no qual a suplementação de RAC (5 ppm) não afetou a PCM dos animais.

Entretanto, em estudo realizado por Brumm et al. (2004) com suínos em terminação suplementados com RAC (10 ppm) por quatro semanas pré-abate, a PCM dos animais aumentou quando comparado aos animais controle. Marchant-forde et al (2003) relataram em seu trabalho que suínos alimentados com ractopamina apresentaram maior PCM que o controle.

O rendimento de carcaça dos suínos (RC) foi influenciado ($P < 0,05$) pela suplementação de RAC. Os animais que receberam RAC na dieta obtiveram aproximadamente 2% a mais de RC.

Não foi observado efeito ($P > 0,05$) da RAC sobre o índice de bonificação (IB). Entretanto, constatou-se uma melhora numérica no IB dos suínos suplementados com RAC em comparação aos animais não suplementados com RAC.

Os resultados de colesterol total em lombo e toucinho de suínos machos castrados suplementados com ractopamina e diferentes relações Met+Cis/Lis encontram-se na Tabela 5.

As relações Met+Cis/Lis influenciaram ($P < 0,01$) a concentração de colesterol no lombo de forma quadrática (Figura 1). O menor teor de colesterol total foi verificado nos suínos alimentados com dietas contendo nível de Met+Cis correspondente à relação de 0,66 com a lisina.

Os tratamentos influenciaram ($P < 0,03$) o teor de colesterol total no toucinho (Figura 2) que reduziu de forma linear até a relação 0,66 Met+Cis/Lis.

Tabela 5 – Colesterol total (mg/100g) em lombo e toucinho de suínos machos castrados em terminação suplementados com ractopamina e diferentes relações Met+Cis/Lis

Variáveis	Relação Met+Cis/Lis com RAC				CV (%)
	0,54	0,58	0,62	0,66	
Lombo ¹	51,61	53,00	51,36	47,40	5,40
Toucinho ²	60,88	60,11	54,57	53,84	8,89

¹ Efeito quadrático (P<0,01)

² Efeito linear (P<0,03).

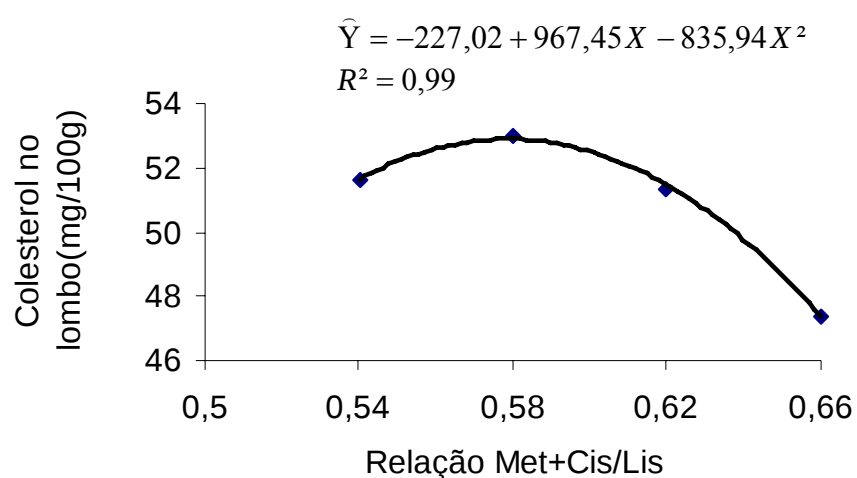


Figura 1 – Efeito das relações metionina mais cistina digestível/lisina digestível sobre o teor de colesterol total do músculo *Longissimus dorsi*.

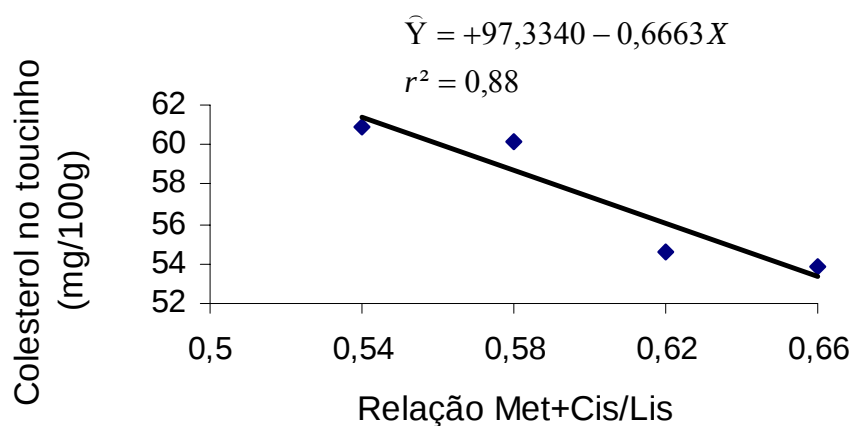


Figura 2 – Efeito das relações metionina mais cistina digestível/lisina digestível sobre o teor de colesterol total no toucinho.

Os resultados de colesterol total em lombo e toucinho de suínos suplementados ou não com ractopamina em diferentes relações metionina mais cistina digestível/lisina digestível encontram-se na Tabela 6.

Tabela 6 – Concentração de colesterol total (mg/100g) em lombo e toucinho de suínos em terminação suplementados ou não com ractopamina em diferentes relações Met+Cis/Lis

Cortes	Dietas Com RAC				Dieta Sem RAC	CV(%)
	Relação met + cis dig/lisina dig					
	0,54	0,58	0,62	0,66	0,62	
Lombo ¹	51,61 ^{ns}	53,00*	51,36 ^{ns}	47,40*	50,81	5,08
Toucinho ²	60,88*	60,11*	54,57	53,84	55,00	9,28

Médias acompanhadas com um asterisco (*) na mesma linha diferem da dieta sem ractopamina por DMS (Diferença Mínima Significativa) a 5% de probabilidade. ¹ DMS = 1,86; ² DMS = 3,80.

A concentração de colesterol total em lombo de suínos foi influenciada ($P < 0,01$) pelas dietas. Animais suplementados com RAC e relação 0,66 metionina mais cistina digestível/lisina digestível obtiveram menor concentração de colesterol total, aproximadamente 7%, que suínos alimentados com a dieta controle. Por outro lado, a concentração de colesterol total dos suínos suplementados com RAC e relação 0,58 metionina mais cistina digestível/lisina digestível foi maior que dos animais controle. Os resultados das relações 0,54 e 0,62 Met+Cis/Lis não diferiram da dieta controle.

Verificou-se que as relações Met+Cis/Lis com e sem a suplementação de RAC influenciaram ($P < 0,03$) o teor de colesterol total em toucinho. O teor de colesterol encontrado nos animais alimentados com as relações 0,54 e 0,58 Met+Cis/Lis foram maiores que dos suínos não suplementados com ractopamina.

Por outro lado, os resultados das relações 0,62 e 0,66 não diferiram da dieta controle.

Os resultados de colesterol total em lombo e toucinho de suínos machos castrados em terminação suplementados ou não com RAC estão apresentados na Tabela 7.

A concentração de colesterol no músculo *Longissimus dorsi* e no toucinho não foram influenciadas ($P>0,05$) pela suplementação de RAC nas dietas.

Informações acerca do efeito da RAC sobre o teor de colesterol total em carne suína são raras. Em um estudo realizado por Engeseth et al. (1992) com suínos em terminação suplementados (10 ppm) ou não com RAC esses autores também observaram que a concentração de colesterol total do músculo *Longissimus dorsi* não foi significativamente afetada pela suplementação de RAC. Esses autores relataram que até aquela data, essa área de pesquisa necessitava de mais estudos.

Entretanto, Perkins et al. (1992) trabalhando com suínos suplementados com RAC (0, 5, 10 ou 20 ppm) nos últimos 40 kg de peso antes do abate verificaram que a RAC diminuiu a concentração de colesterol de músculo *Longissimus dorsi* em aproximadamente 9%. A diminuição da concentração de colesterol foi atribuída ao aumento do diâmetro das fibras musculares devido à hipertrofia muscular. A hipertrofia das células musculares reduziria a concentração da membrana e dessa forma levaria a redução da concentração de colesterol.

Tabela 7 – Colesterol (mg/100g) em lombo e toucinho de suínos machos castrados em terminação suplementados ou não com ractopamina

Cortes	Dietas com ractopamina ¹	Dieta sem ractopamina	CV (%)
Lombo	50,84	50,81	5,08
Toucinho	57,36	55,00	9,28

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha são estatisticamente diferentes pelo teste F a 5% de probabilidade. ¹ Média dos tratamentos com ractopamina

Conclusão

A relação 0,54 metionina mais cistina digestível: lisina digestível atende as exigências de suínos machos castrados de alto potencial genético dos 85 aos 109 kg, para melhores características de carcaça em dietas suplementadas com ractopamina.

Em suínos suplementados com ractopamina a relação 0,66 metionina mais cistina digestível: lisina digestível proporciona a menor concentração de colesterol total em lombo e toucinho.

Referências bibliográficas

- APPLE, J.K.; MAXWELL, C.V.; BROWN, D.C. et al. Effects of dietary lysine and energy density on performance and carcass characteristics of finishing pigs fed ractopamine. **Journal of Animal Science**, v.82, p.3277-3287, 2004.
- ARMSTRONG, T.A.; IVERS, D.J.; WAGNER, J.R. et al. The effect of dietary ractopamine concentration and duration of feeding on growth performance, carcass characteristics, and meat quality of finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.82, p. 3245-3253, 2004.
- BELLAVER, C.; FIALHO, E.T.; FÁVERO, J.A.; et al. Níveis de ractopamina na dieta e efeitos sobre o desempenho e características de carcaça de suínos em terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26, n.10, p.1795-1802, 1991.
- BRAGAGNOLO, N. & NOGUEIRA, G. C. Otimização da extração de colesterol em carne e quantificação por CLAE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 18., 2002, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre :Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2002. v. 1. p. 328-332
- BRUMM, M.C., MILLER, P.S., THALER, R.C. Response of barrows to space allocation and ractopamina. **Journal of Animal Science**, v.82, p. 3373-3379, 2004.
- 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 kilogramas. **Journal of Animal Science**, v.74, p.709-716, 1996.
- ENGSETH, N.J. et al. Fatty acid profiles of lipid depots and cholesterol concentration in muscle tissue of finishing pigs fed ractopamine. **Journal of Food Science**. V.57, n.5. p.1060-1062, 1992.
- FAVERO, J.A Carne suína de qualidade: uma exigência do consumidor moderno. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE SUINOCULTURA, 1., 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...**Foz do Iguaçu: Embrapa Suínos e Aves 2002. CD-ROM. p.56.
- KNOWLES, T.A.; SOUTHERN,L.L. e BIDNER, T.D. Ratio of total sulphur amino acids to lysine for finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.76, p.1081-1090, 1998.
- LOUGHMILLER, J.A.; GOODBAND, R.D.; TOKACH, M.D. et al. **Evaluation of the total sulphur amino acid requirement of finishing pigs**. Swine day Report, p.130-132.1996a.

- LOUGHMILLER, J.A.; TOKACH, M.D; GOODBAND, R.D. et al. **Dietary total sulphur amino acid requirement for optimal growth performance and carcass characteristics in finishing gilts.** Swine Day Report, p.133-135.1996b.
- LOUGHMILLER, J.A.; NELSEN, J.L.; GOODBAND, R.D. Influence of dietary total sulphur amino acids and methionine on growth performance and carcass characteristics of finishing gilts. **Journal of Animal Science**, v.76, p.2129-2137, 1998.
- MACHADO, G.S. & FONTES, D.O. Relationship between nutritional requirements and the immune system in swine. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 2., 2005, Viçosa. **Anais...**Viçosa- Minas Gerais, 2005. p.75.
- MARCHANT-FORDE, J.N.M.; LAY JR, D.C.; PAJOR, E.A. et al. The effects of ractopamina on the behaviour and physiology of finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.81, p.416-422, 2003.
- MARINHO, P.C. **Efeitos da ractopamina, níveis de lisina e métodos de formulação de dietas sobre o desempenho e características de carcaça de suínos machos castrados em terminação.** Belo Horizonte, MG: Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, 2005. 53p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais.
- MAVROMICHALIS, I.D. & CERA, K.R. Update on the ideal amino acid profile for finishing pigs. **Feedstuffs**, v.73, n.26, p.11-13. 2001.
- MERSMANN, H. J. Overview of the effects of β -adrenergic receptor agonists on animal growth including mechanisms of action. **Journal of Animal Science**, v.76, p.160-172, 1998.
- MIMBS, J.K.; PRINGLE, T.D.; AZAIN, M.J.; et al. Effects of ractopamine on performance and composition of pigs phenotypically sorted into fat and lean groups. **Journal of Animal Science**, v.83, p.1361-1369, 2005.
- MITCHELL, A.D.; SOLOMON, M.B.; STEELE, N.C. Response of low and high protein select lines of pigs to the feeding of the beta-adrenergic agonist ractopamina (phenethanolamine). **Journal of Animal Science**, v.68, p.3226-3232, 1990.
- PERKINS, et al. Fatty acid and cholesterol changes in pork longissimus muscle and fat due to ractopamina. **Journal of Food Science**. V.57, n.5. p.1266-1268, 1992.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos** (Composição de alimentose exigências nutricionais). Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 186p.
- SALDANHA, T; MAZALI, M. R.; BRAGAGNOLO, N. Avaliação comparativa entre dois métodos para a determinação de colesterol em carne e leite. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v.24, n.1, p.109-113, 2004.

- SANTOS, F.A.; DONZELE, J.L.; SILVA, F.C.O. et al. Exigência de metionina e cistina digestíveis para suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne magra, dos 60 aos 95 kg. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. Anais... Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, [2004] (CD-ROM).
- SCHINCKEL, A.P.; RICHERT, B.T.; KENDALL, D.C. Modeling the response to paylean and dietary lysine requirements. Purdue University. **Swine Day Report**. 2000.5p.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **Sistema para análises estatísticas e genéticas (SAEG)** - Viçosa, MG: UFV. Versão 9.0. 2004.
- WATKINS, L.E.; JONES, D.J.; MOWREY, D.H.; et al. The effect of various levels of ractopamine hydrochloride on the performance and carcass characteristics of finishing swine. **Journal of Animal Science**, v.68, p.3588-3595, 1990.
- XIAO, R.J.; XU, Z.R.; CHEN, H.L. Effects of ractopamine at different dietary protein levels on growth performance and carcass characteristics in finishing pigs. **Animal Feed Science and Technology**. v.79, p.119-127, 1999.

Conclusões gerais

A relação 0,54 metionina mais cistina digestível: lisina digestível, que correspondeu a um consumo de 12 g de metionina mais cistina digestível por dia, atende as exigências de suínos machos castrados de alto potencial genético dos 85 aos 109 kg suplementados com ractopamina para melhor desempenho e características de carcaça.

A relação 0,66 metionina mais cistina digestível: lisina digestível proporciona a menor concentração de colesterol total em lombo e toucinho de suínos em terminação suplementados com ractopamina.

A suplementação de ractopamina melhora o desempenho, aumenta a quantidade de carne magra e o peso da carcaça de suínos em terminação.

APÊNDICE

Tabela 1A – Análise de variância e coeficientes de variação referentes aos pesos final (PF) e ao jejum (PJ), o ganho de peso diário (GPD), conversão alimentar (CA), consumo de ração (CR) e o consumo diário de Met+Cis (CMC) de suínos machos castrados dos 85 aos 109 kg suplementados com RAC em diferentes relações Met+Cis/Lis

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios					
		PF	PJ	GPD	CRD	CA	CMC
Bloco	3	63,94052	57,53177	119230,7	170928,4	0,3996963	5,328547
Relações	(3)	0,7505208	0,7461458	717,2088	2641,900	0,8459274E-02	9,983854
Linear	1	0,4305625	0,4305625	460,4592	99,05632	0,3387904E-02	29,75340 ¹
Quadrático	1	1,805000	0,3828125	1582,031	7085,813	0,1004719E-01	0,1844412
Resíduo	25	3,924062	3,202237	2741,964	25577,11	0,3199971E-01	0,8509834
CV (%)		1,803	1,679	5,804	6,882	6,876	7,073

¹(P<0,01).

Tabela 2A – Análise de variância e coeficientes de variação referentes aos pesos final (PF) e ao jejum (PJ), a ganho de peso diário (GPD), conversão alimentar (CA), consumo de ração (CR) e consumo diário de Met+Cis (CMC) de suínos machos castrados dos 85 aos 109 kg suplementados ou não com RAC na dieta, em diferentes relações Met+Cis/Lis

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios					
		PF	PJ	GPD	CRD	CA	CMC
Bloco	3	91,44643	73,76675	171636,9	219961,1	0,6358088	6,238199
Tratamento	4	9,119141	7,763375	11362,71 ¹	19365,11	0,2874832 ²	13,69650 ³
Resíduo	32	4,253438	3,145969	3224,787	30582,99	0,4002576E-01	0,8955657
CV (%)		1,885	1,671	6,411	7,458	7,450	7,482

¹(P<0,02), ²(P<0,01), ³(P<0,01) e ⁴(P<0,01).

Tabela 3A – Análise de variância e coeficientes de variação referentes aos pesos final (PF) e ao jejum (PJ), a ganho de peso diário (GPD), conversão alimentar (CA), consumo de ração (CR) e consumo diário de Met+Cis (CMC) de suínos machos castrados dos 85 aos 109 kg suplementados ou não com RAC

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios					
		PF	PJ	GPD	CRD	CA	CMC
Bloco	3	91,44643	73,76675	171636,9	219961,1	0,6358088	6,238199
Tratamento	(4)	9,119141	7,763375	11362,71 ¹	19365,11	0,2874832 ²	13,69650 ³
Com RAC vs Sem RAC	1	34,225	28,8150625	43033,6	69555,6	0,94864	23,716
Resíduo	32	4,253438	3,145969	3224,787	30582,99	0,4002576E-01	0,8955657
CV (%)		1,885	1,671	6,411	7,458	7,450	7,482

¹(P<0,01), ²(P<0,01), ³(P<0,05).

Tabela 4A – Análise de variância e coeficientes de variação referentes a espessura de toucinho (ET), a quantidade de carne magra (QCM), o peso da carcaça (PC), a porcentagem de carne magra (PCM), o rendimento de carcaça (RC), o índice de bonificação, colesterol total no lombo (CL) e no toucinho (CT) de suínos machos castrados dos 85 aos 109 kg suplementados ou não com RAC na dieta, em diferentes relações Met+Cis/Lis

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios							
		ET	QCM	PC	PCM	RC	IB	CL	CT
Bloco	3	3,040531	6,983478	26,79961	1,720703	3,041343	5,634201	2,286921	11,65009
Relações	(3)	7,615680	1,722377	0,4735730	3,946953	1,485636	13,05281	46,48609	106,9587
Linear	1	7,519367	1,788082	0,5086636	2,639391	1,244735	11,33693	81,79600 ¹	284,1423 ²
Quadrático	1	0,7902041	0,2230166	0,1098374E-01	0,9453125E-02	0,8555972E-01	0,5304500	57,45920	0,4050000E-02
Resíduo	25	2,519508	2,916872	3,177894	1,550703	3,167633	6,061946	7,539503	25,99803
CV (%)		11,784	3,677	2,264	2,111	2,410	2,355	5,400	8,890

¹(P<0,01), ²(P<0,03).

Tabela 5A – Análise de variância e coeficientes de variação referentes a espessura de toucinho (ET), a quantidade de carne magra (QCM), o peso da carcaça (PC), a porcentagem de carne magra (PCM), o rendimento de carcaça (RC), o índice de bonificação, colesterol total no lombo (CL) e no toucinho (CT) de suínos machos castrados dos 85 aos 109 kg suplementados com RAC em diferentes relações Met+Cis/Lis

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios							
		ET	QCM	PC	PCM	RC	IB	CL	CT
Bloco	3	1,928892	6,183011	24,21421	0,9236667	4,896993	3,131828	5,590222	26,62082
Tratamento	4	5,775190	11,050401 ¹	16,359692 ²	4,0124063 ³	4,787204	15,518204 ⁴	34,86632	89,12094
Resíduo	32	2,505853	2,995559	3,599008	1,440105	3,072098	5,620958	6,670867	27,83931
CV (%)		11,718	3,766	2,429	2,040	2,382	2,276	5,080	9,276

¹(P<0,02), ² (P<0,01), ³ (P<0,05) e ⁴ (P<0,05).

Tabela 6A – Análise de variância e coeficientes de variação referentes a espessura de toucinho (ET), a quantidade de carne magra (QCM), o peso da carcaça (PC), a porcentagem de carne magra (PCM), o rendimento de carcaça (RC), índice de bonificação, colesterol total no lombo (CL) e no toucinho (CT) de suínos machos castrados dos 85 aos 109 kg suplementados ou não com RAC

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios							
		ET	QCM	PC	PCM	RC	IB	CL	CT
Bloco	3	1,928892	6,183011	24,21421	0,9236667	4,896993	3,131828	5,590222	26,62082
Tratamento	(4)	5,775190	11,050401	16,359692	4,0124063	4,787204	15,518204	34,86632	89,12094
Com RAC vs Sem RAC	1	0,24964	39,1248 ¹	64,009 ²	4,225	14,641 ³	22,8614	0,00638	35,6077
Resíduo	32	2,505853	2,995559	3,599008	1,440105	3,072098	5,620958	6,670867	27,83931
CV (%)		11,718	3,766	2,429	2,040	2,382	2,276	5,080	9,276

¹(P<0,01), ² (P<0,01) e ³ (P<0,05).