

ADRIANA APARECIDA PEREIRA

**NÍVEIS DE TRIPTOFANO DIGESTÍVEL EM RAÇÕES PARA
SUÍNOS MACHOS CASTRADOS DE ALTO POTENCIAL
GENÉTICO DOS 97 AOS 125 kg**

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

P436n
2007

Pereira, Adriana Aparecida, 1982-

Níveis de tiptofano digestível em rações para suínos machos castrados de alto potencial genético dos 97 aos 125 kg / Adriana Aparecida Pereira. – Viçosa, MG, 2007. ix, 32f. : il. ; 29cm.

Orientador: Juarez Lopes Donzele.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa. Inclui bibliografia.

1. Suíno - Alimentação e rações. 2. Suíno - Nutrição - Necessidades. 3. Aminoácidos na nutrição animal. 4. Suíno - Registros de desempenho. 5. Suíno - Carcaças.

I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 636.4085

ADRIANA APARECIDA PEREIRA

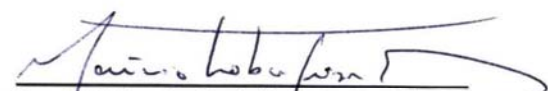
**NÍVEIS DE TRIPTOFANO DIGESTÍVEL EM RAÇÕES PARA
SUÍNOS MACHOS CASTRADOS DE ALTO POTENCIAL
GENÉTICO DOS 97 AOS 125 kg**

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: 26 de fevereiro de 2007



Prof. Alóizio Soares Ferreira



Prof. Márvio Lobão T. de Abreu



Profª. Rita Flávia M. de Oliveira
(Co-Orientadora)



Dr. Francisco Carlos de O. Silva
(Co-Orientador)



Prof. Juarez Lopes Donzele
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela vida, pela realização de mais esta etapa e por tudo mais que tem me dado.

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do Curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Juarez Lopes Donzele, pela amizade e confiança, pelos ensinamentos transmitidos, pelo incentivo e pela orientação durante os cursos de graduação e pós - graduação e pela execução deste trabalho e de tantos outros.

Aos conselheiros, professora Rita Flávia Miranda de Oliveira e Dr. Francisco Carlos de Oliveira Silva, pelas críticas e sugestões para o enriquecimento deste estudo.

Ao professor Aloízio Soares Ferreira, pelos ensinamentos transmitidos e pela contribuição na realização deste trabalho.

Ao aluno de pós – doutorado Márvio Lobão Teixeira de Abreu, pela amizade e pela ajuda para a realização desta tese.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), pela oportunidade de desenvolvimento desta pesquisa.

Aos funcionários da EPAMIG, em especial ao Carlos (Salame), pela ajuda indispensável durante todo o experimento.

Aos funcionários do Frigorífico SAUDALI, em especial ao José Mauro, pela disposição com que sempre me ajudaram.

À turma de Zootecnia de 2001, principalmente às amigas Marcela, Heloísa, Cláudia, Cristina, Ana Paula e Virgínia e ao amigo Eric pela amizade e união.

Aos amigos da pós – graduação Lourdes, Mariana, Fabrício e Douglas, pela colaboração e amizade.

Às minhas queridas amigas Amanda, Priscila, Claudia e Luciana, por estarem sempre dispostas a me ouvir e a ajudar no que for preciso.

Às minhas amigas Priscila, Flávia, Aline, Carla e Evanir pelo enorme carinho, amizade e união, que nem a ausência ou distância nunca conseguirá destruir.

À minha grande amiga e prima Fabiana, pela confiança, pelos momentos de alegria e pela forte amizade consolidada em nossos corações.

Ao meu namorado Dirceu, pela colaboração nos experimentos, pelo carinho, dedicação e paciência.

Aos meus irmãos José Carlos, Vilma, Maurício, Neiva e Nilva, e aos meus cunhados Pedrinho, Gilce e Susana, que tanto me apoiaram e torceram por mim.

Aos meus sobrinhos Laura, Mariana, Cecília, Gabriela, Helen, Bruno, Geovane e Alex, pelo carinho e pelos momentos de alegria que eles me proporcionaram.

Ao Tio Pedro e Tia Gracinha, pela amizade e pelo apoio.

Aos meus pais Geraldo e Glorinha, pela dedicação e pelos ensinamentos que me fizeram ser a pessoa que sou hoje.

Enfim, a todos que direta e indiretamente contribuíram para a conclusão deste trabalho.

BIOGRAFIA

ADRIANA APARECIDA PEREIRA, filha de Geraldo Pereira Lopes e Maria da Glória Coelho Pereira, nasceu em Viçosa, MG, em 21 de junho de 1982.

Em abril de 2001, iniciou na Universidade Federal de Viçosa (UFV) o Curso de Graduação em Zootecnia, concluindo-o em julho de 2005.

Em agosto de 2005, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFV, em nível de Mestrado, na área de Nutrição em Monogástricos, submetendo-se à defesa de tese em 26 de fevereiro de 2007.

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT.....	viii
CAPÍTULO I	
1- Introdução Geral.....	01
2- Revisão de Literatura.....	03
3- Referências Bibliográficas.....	10
CAPÍTULO II	
Níveis de Triptofano Digestível em Rações para Suínos Machos Castrados de Alto Potencial Genético dos 97 aos 125 kg	
Resumo	13
Abstract.....	14
1- Introdução.....	15
2- Material e Métodos.....	17
3- Resultados e Discussão	21
4- Conclusão	29
5- Referências Bibliográficas.....	30

RESUMO

PEREIRA, Adriana Aparecida, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2007. **Níveis de triptofano digestível em rações para suínos machos castrados de alto potencial genético dos 97 aos 125 kg.** Orientador: Juarez Lopes Donzele. Co-Orientadores: Rita Flávia Miranda de Oliveira e Francisco Carlos de Oliveira Silva.

O experimento foi conduzido para avaliar o efeito dos níveis de triptofano digestível sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos pesados. Foram utilizados 80 suínos machos castrados híbridos comerciais, de alto potencial genético para deposição de carne magra na carcaça, com peso inicial de $97,0 \pm 2,81$ kg, distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco tratamentos (0,124; 0,133; 0,142; 0,151 e 0,160% de triptofano digestível), correspondendo às relações de 16,5; 17,7; 18,9; 20,1 e 21,3%, de triptofano: lisina digestíveis, com oito repetições e dois animais por unidade experimental. Os animais permaneceram no experimento até atingirem o peso final de $125,0 \pm 3,31$ kg. Os níveis de triptofano digestível das rações influenciaram o ganho de peso dos animais, que melhorou de forma quadrática até o nível estimado de 0,144%. O consumo de triptofano digestível aumentou de forma linear em função dos níveis de triptofano da dieta. Não houve efeito significativo dos tratamentos sobre o consumo de ração, conversão alimentar e características na carcaça. Concluiu-se que o nível estimado de 0,144% de triptofano digestível correspondente à uma relação de 19,2% com a lisina digestível, proporcionou a melhor resposta de ganho de peso dos suínos machos castrados de alto potencial genético, dos 97,0 aos 125,0 kg.

ABSTRACT

PEREIRA, Adriana Aparecida, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, february, 2007. **Dietary digestible tryptophan levels for high genetical barrows for lean deposition from 97 to 125 kg.** Adviser: Juarez Lopes Donzele. Co-Advisers: Rita Flavia Miranda de Oliveira e Francisco Carlos de Oliveira Silva.

The experiment was conducted with objective of evaluate the effect of digestible tryptophan levels on the performance and carcass characteristics of heavy swine. A number of 80 commercial hybrid castrated swine males of high genetic potential for lean deposition on carcass were used, with initial and final body weight; respectively, of 97.0 ± 2.81 kg and 125.0 ± 3.31 kg distributed in a randomized experimental block design, with five treatments (0.124; 0.133; 0.142; 0.151 e 0.160% % of digestible tryptophan), respectively to the relationships of 16.5; 17.7; 18.9; 20.1 e 21.3% of digestible tryptophan lysine, with eight repetitions and two animals in each experimental unit. The digestible tryptophan level influenced the daily gain that improved by a quadratic way until the level of 0.144 %. The digestible tryptophan intake increased in a linear way when the tryptophan intake level was increased in the diet. It was not observed effect of the treatments on feed intake, feed conversion and carcass characteristics. It was concluded that the level of 0.144% of digestible tryptophan, corresponding a relationship of digestible tryptophan: lysine of 19.2%, provided the best results of weight gain for barrows with high genetic potential for lean deposition, from 97.0 to 125.0 kg.

CAPÍTULO I

1 - INTRODUÇÃO GERAL

As recentes mudanças na população de suínos provocada pela introdução de novas linhagens comerciais, seleção intensiva dos animais, adequação da nutrição, melhora na sanidade e manejo, dentre outros fatores, estão produzindo alterações nas relações entre abate e peso das carcaças.

Suínos geneticamente melhorados para deposição de carne magra na carcaça podem, teoricamente, ser abatidos a pesos superiores àqueles com genótipos tradicionais, sem afetar negativamente as características de desempenho e de carcaça.

Neste sentido, já se observa uma tendência e preocupação por parte da indústria em elevar o peso de abate dos animais. Para tanto, o estabelecimento correto das exigências aminoacídicas é de extrema importância para que os animais maximizem seu desempenho.

O uso do conceito da proteína ideal, a utilização de híbridos comerciais e a disponibilização no mercado de uma grande quantidade de aminoácidos sintéticos, têm proporcionado aos nutricionistas a possibilidade de formularem rações atendendo sem deficiências e nem excessos as exigências de todos os aminoácidos necessários à perfeita manutenção e crescimento da espécie, aumentando o desempenho produtivo e melhorando as características de carcaça.

Dentre os aminoácidos, o triptofano tem um papel importante em rações para suínos e aves, tanto como aminoácido potencialmente limitante, especialmente em dietas com baixos níveis de proteína, como por seus efeitos como precursores de metabólitos que influenciam no consumo, no comportamento e na qualidade da carne (Jansman, 2001).

Sendo assim, a inadequada suplementação de triptofano na dieta, pode levar, principalmente, à diminuição de consumo de alimento, já que a serotonina, que é formada a partir do triptofano, age estimulando o consumo de alimento nos animais (Eder et al., 2003).

Neste contexto, objetivou-se com este trabalho, avaliar os efeitos dos níveis de triptofano digestível em rações sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos machos castrados, selecionados geneticamente para deposição de carne na carcaça, dos 97,0 aos 125,0 kg.

Esta tese foi redigida em capítulos de acordo com as normas para elaboração de tese da Universidade Federal de Viçosa e o capítulo dois foi elaborado de forma adaptada às normas para publicação de artigos técnicos-científicos da Revista Brasileira de Zootecnia.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

Durante muitos anos as formulações de rações para monogástricos foram baseadas no conceito de proteína bruta (quantidade de N x 6,25), normalmente resultando em dietas com um conteúdo de aminoácidos superior às exigências reais dos animais. Com a disponibilidade dos aminoácidos sintéticos, as dietas passaram a ser formuladas com níveis inferiores de proteína bruta e com níveis de aminoácidos mais próximos das necessidades do animal, através do conceito de proteína ideal.

A proteína ideal pode ser definida, como o balanço exato dos aminoácidos, sem deficiências ou excessos, com o objetivo de satisfazer as exigências absolutas de todos aminoácidos para manutenção e máximo ganho de proteína corporal, reduzindo assim, o uso de aminoácidos como fonte de energia e promovendo menor excreção de nitrogênio.

Neste sentido, Koch et al. (1991) observaram que o conteúdo de proteína bruta da dieta para suínos em terminação pode diminuir de 160 para 125 g/kg mediante a adição de lisina, metionina + cistina, treonina e triptofano sintéticos, sem que os resultados afetem negativamente os parâmetros de crescimento.

Deste modo, na formulação de rações, as exigências dos aminoácidos têm sido expressas com base na exigência de lisina, ou seja, as exigências dos outros aminoácidos limitantes são relacionadas à lisina. A lisina tem sido escolhida como o aminoácido referência por ser o primeiro aminoácido

limitante na maioria das rações de suínos, cuja função principal no organismo é a deposição de proteína, além de que existem muitas informações sobre a concentração e digestibilidade de lisina nos alimentos.

Assim como a lisina, o triptofano também é um aminoácido essencial, devendo, portanto, ser suplementado através da ração, visto que sua síntese não pode ser realizada pelo animal. Mas, além da função de deposição protéica, o triptofano está envolvido em várias vias metabólicas, tais como a serotonina, o ácido nicotínico e a melatonina.

A produção de serotonina é realizada pelos nervos serotoninérgicos, por meio da oxidação do triptofano no cérebro, resultando na regulação da ingestão de alimento. Desta forma, o favorecimento da produção de serotonina por meio da manipulação alimentar parece possível com o fornecimento de uma dieta "baixa proteína - alto triptofano".

Assim sendo, a alta concentração de proteína bruta na dieta resulta em excesso de aminoácidos neutros de cadeia longa (AANCL: valina, leucina, isoleucina, fenilalanina e tirosina), que competem com o triptofano pelos mesmos sítios de absorção nas membranas celulares, tanto a nível intestinal como cerebral. Como resultado, a relação entre AANCL e triptofano no plasma, influencia a síntese de serotonina no hipotálamo, tendo como consequência, menor quantidade de serotonina produzida no cérebro, diminuindo o consumo voluntário (Henry et al., 1992).

Corroborando com este relato, Henry et al. (1992), utilizando rações que continham baixo nível de AANCL demonstraram que 0,09% de triptofano em dieta a base de milho e farelo de soja, para suínos em crescimento – terminação foi inadequado. Já outra dieta com 0,13% de triptofano promoveu resposta positiva primariamente na estimulação da ingestão voluntária de alimentos, com subsequente melhoramento no ganho de peso, tecido muscular, tecido gorduroso e eficiência alimentar. Estes autores observaram também que o aumento na proteína bruta dietética, proporcionou menor quantidade de triptofano disponível para a síntese de serotonina, podendo afetar negativamente a ingestão de alimentos, especialmente quando o triptofano está limitante.

Além de melhorar o consumo e o desempenho dos animais, o triptofano sintético tem sido adicionado em rações de suínos em terminação para melhorar a qualidade da carne, por diminuir a resposta do animal em relação ao estresse no abate (Pethick et al.,1997) e conseqüentemente a carne do tipo PSE (pálida, exsudativa e mole).

A melhoria na qualidade da carne com a adição de triptofano sintético ocorre devido à competição do triptofano com a tirosina, pelo mesmo sítio de ligação na barreira hematoencefálica. Assim, os produtos da tirosina, principalmente a epinefrina, que é responsável pela manifestação do estresse ao abate, não será liberada em

concentrações suficientes para o animal manifestar o estresse, resultando em menor incidência de metabolismo anaeróbico e, portanto, menor liberação de lactato no músculo.

De acordo com este relato, Adeola & Ball (1992) estudando o efeito da suplementação de triptofano em suínos estressados, relataram que suínos submetidos ao estresse durante o abate apresentaram concentração de serotonina 28% a menos quando comparado com suínos que estavam com baixo grau de estresse.

Estudos de García-Macías et al. (1996) revelaram que suínos pesados, rendem carcaças mais pesadas, sem afetar negativamente o rendimento de cortes ou a incidência de carne do tipo PSE, com uma melhoria na qualidade carne e da gordura. Isto se deve ao melhoramento genético, que tem favorecido pesos de abate mais elevados com maior percentagem de carne magra na carcaça.

Logo, como resultado de diferentes padrões genéticos no mercado, vários trabalhos têm sido realizados para se determinar as exigências nutricionais, que não são as mesmas entre suínos de diferentes potenciais genéticos para deposição de carne magra na carcaça (Oliveira, 2001). Assim sendo, Friensen et al. (1994) verificaram que suínos melhorados geneticamente, apresentaram aumento no ganho de peso e melhora da eficiência alimentar, quando comparado com animais de baixo potencial genético.

Além da genética, que é a principal fonte de variação das exigências nutricionais dos suínos, vários outros fatores podem influenciar tais exigências, dentre eles o sexo, a categoria animal, o ambiente e a sanidade.

Quanto ao sexo, verifica-se que suínos machos castrados consomem mais ração e ganham peso mais rapidamente em relação às fêmeas, entretanto as fêmeas são mais eficientes em converter alimento para ganho de peso, depositando maior porcentagem de tecido muscular e menor tecido adiposo em relação aos machos castrados. Pelo fato das fêmeas terem uma maior taxa de deposição de tecido muscular, e menor consumo que os machos castrados, suas exigências aminoacídicas são superiores (Henry, 1995).

Além disso, as fêmeas são mais sensíveis que machos castrados ao desequilíbrio entre o triptofano e os AANCL, provavelmente devido à resposta diferenciada entre machos castrados e fêmeas na distribuição da serotonina no cérebro (Henry et al., 1996).

A categoria em que os animais se encontram influencia suas exigências nutricionais, pois verifica - se que as proporções das exigências de alguns aminoácidos como o triptofano, treonina e aminoácidos sulfurados são maiores para manutenção do que para o crescimento.

Portanto, a relação triptofano: lisina encontrada por Baker & Chung (1992) com leitões dos 10,0 aos 20,0 kg foi de 18,0 %.

Enquanto que, Lenis et al., (1990) sugeriu que a proporção ideal de triptofano: lisina para suínos de 35,0 a 105,0 kg fosse de 19,0%. Isso se deve a combinação da renovação celular, das perdas gastro – intestinais e da conversão do triptofano em produtos especializados, como o a niacina ou serotonina, sendo os principais responsáveis pelo aumento da proporção do padrão ideal de manutenção (Hahn et al., 1995)

Fatores como ambiente térmico, também estão diretamente envolvidos no desempenho dos animais. Altas temperaturas reduzem, principalmente, o consumo de ração, como tentativa do animal em diminuir o incremento calórico gerado pela digestão, reduzindo dessa forma, o ganho de peso diário. Assim, o uso de aminoácidos sintéticos é recomendado para diminuir o incremento calórico, já que há um alto gasto energético da proteína bruta nos processos de digestão, absorção e deposição protéica.

Kerr et al. (2003) confirma o relato acima, ao observaram que suínos mantidos em altas temperaturas (33°C) reduziram o consumo e a eficiência alimentar, sendo o efeito mais pronunciado nas dietas com maiores níveis de proteína bruta (16,0%). Os mesmos autores verificaram que a redução da proteína bruta para 12,0%, juntamente com a adição de aminoácidos sintéticos como a lisina, metionina, treonina e triptofano, resultou no aumento na eficiência alimentar.

O estado de saúde do animal tem uma estreita correlação com os aminoácidos presentes nas dietas dos suínos, pois a concentração de triptofano no plasma decresce significativamente quando ocorre um processo inflamatório. Isso acontece porque na ativação do sistema imune são produzidas uma série de citocinas, como as interleucinas e os interferons. A interleucina 1 é a principal responsável pela anorexia nos animais, estando também envolvida na expressão do interferon γ , que é o principal agente envolvido na degradação do triptofano. O interferon γ induz a ativação da 2,3 dioxigenase (IDO), degradando o triptofano em Kinurenina, que é usada pelo organismo como um antioxidante (Le Floc'h et al., 2004).

Assim, ao ocorrer um processo inflamatório, o nível de triptofano circulante reduz, resultando em menor disponibilidade para crescimento e outras funções fisiológicas. Essa observação suporta a hipótese de que o triptofano pode se tornar o principal aminoácido limitante em situações de estresse imunológico (Melchior et al., 2004).

3- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEOLA, O.; BALL, R.O. Hypothalamic neurotransmitter concentrations and meat quality in stressed pigs offered excess dietary tryptophan and tyrosine. **Journal of Animal Science**, v.70, p.1888 -1894, 1992.
- BAKER, D.H.; CHUNG, T.K. Ideal protein for swine and poultry. **Biokyoma technology**. v.4. Nutri-Quest, Inc., Chesterfield, MO, 1992.
- BOISEN, S. Ideal dietary amino acid profiles for pigs. In: **Amino Acids In Animal Nutrition**. CABI Publishing, Cambridge, p.157-186, 2003.
- EDER, K.; NONN, H.; KLUGE, H. et al. Tryptophan requirement of growing pigs at various body weights. **Journal Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.87, p.336-346, 2003.
- FRIENSEN, K.G.; NELSSSEN, J.L.; UNRUH, J.A. et al. Effects of the interrelationship between genotype, sex, and dietary lysine on growth performance and carcass composition in finishing pigs fed to either 104 or 127 kilograms. **Journal of Animal Science**, v.72, p.946-954, 1994.

- GARCÍA-MACÍAS, J.A.; GISPERT, M.; OLIVER, M.A. et al. The effects of cross, slaughter weight and halothane genotype on leanness and meat and fat quality in pig carcasses. **Animal Science**, v.63, p.487-496, 1996.
- HAHN, J.D.; BIEHL, R.R.; BAKER, D. Ideal digestible lysine level for early and late finishing swine. **Journal of Animal Science**, v.73, p.773-784, 1995.
- HENRY, Y. Effects of dietary tryptophan deficiency in finishing pigs, according to age or weight at slaughter or live weight gain. **Livestock Production Science**, p.63-76, 1995.
- HENRY, Y.; SÈVE, B.; MOUNIER, A. et al. Growth performance and brain neurotransmitters in pigs as affected by tryptophan, protein, and sex. **Journal of Animal Science**, v.74, p.2700-2710, 1996.
- HENRY, Y.; SÈVE, B.; COLLÉAUX, Y. et al. Interactive effects of dietary levels of tryptophan and protein on voluntary feed intake and growth performance in pigs, in relation to plasma free amino acids and hypothalamic serotonin. **Journal of Animal Science**, v.70, p.1873-1887, 1992.
- JANSMAN, A.J.M. Necesidades y utilización del triptófano en animales monogástricos. **ID TNO Animal Nutrition**, The Netherlands, 2001.
- KERR, B.J.; SOUTHERN, L.L.; BIDNER, T.D. et al. Influence of dietary protein level, amino acid supplementation, and dietary energy levels on growing-finishing pig performance and carcass composition. **Journal of Animal Science**, v. 81, p. 3075-3087, 2003.
- KOCH, F.; SCHUTTE, J.B.; FICKLER, J. Estimation of the optimal amino acid supplementation to a grain based diet with barley and wheat for finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 52, p.977-995, 1991.
- LE FLOC'H. N.; MELCHIOR, D.; OBLED, C. Modifications of protein and amino acid metabolism during inflammation and immune system activation. **Livestock Production Science**, v.87, p.37-45, 2004.
- LENIS, N.P.; VAN DIEPEN, J.T.M.; GOEDHART, P.W. Amino acid requirements for methionine – cystine, threonine and tryptophan of fast-growing boars and gilts, fed ad libitum. **Journal of Animal Science**, v. 38, p.577-595, 1990.

- MELCHIOR, D.; SÉVE, B.; LE FLOC'H, N. Chronic lung inflammation affects plasma amino acid concentrations in pigs. **Journal of Animal Science**, v.82, p.1991-1099, 2004.
- MONIN, G. Evolution post- mortem du tissu musculaire et conséquences sur les qualités de la viande de porc. **Journées Recherch Porcine France**, v.20, p.201, 1988.
- OLIVEIRA, A.L.S. **Lisina em rações para suínos machos castrados de alto potencial para deposição de carne magra na carcaça, dos 95 aos 125 kg**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 40p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- OLIVEIRA, A.L.S.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. Lisina em rações para suínos machos castrados selecionados para deposição de carne magra na carcaça dos 110 aos 125 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.150-155, 2003.
- PETHICK D.W.; WARNER R.D.; D'SOUZA D.N.et al. Nutritional manipulation of meat quality. In: **Manipulating Pig Production** vol 6, APSA biennial conference p. 117-123,1997.

CAPÍTULO II

**NÍVEIS DE TRIPTOFANO DIGESTÍVEL EM RAÇÕES PARA SUÍNOS
MACHOS CASTRADOS DE ALTO POTENCIAL GENÉTICO DOS 97
AOS 125 Kg**

RESUMO - Foram utilizados 80 suínos machos castrados híbridos comerciais de alto potencial genético para deposição de carne magra na carcaça, para avaliar o efeito dos níveis de triptofano digestível para suínos dos $97,0 \pm 2,81$ kg aos $125,0 \pm 3,31$ kg. Os animais foram distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, composto por cinco tratamentos (0,124; 0,133; 0,142; 0,151 e 0,160% de triptofano digestível), correspondendo às relações de 16,5; 17,7; 18,9; 20,1 e 21,3%, de triptofano: lisina digestíveis, com oito repetições e dois animais por unidade experimental. As rações e a água foram fornecidas à vontade. Os tratamentos influenciaram o ganho de peso dos animais, que melhorou de forma quadrática até o nível estimado de 0,144% de triptofano digestível. Os níveis de triptofano digestível não influenciaram significativamente o consumo de ração, a conversão alimentar, a espessura de toucinho e o rendimento de carne magra. O consumo de triptofano digestível aumentou de forma linear com o aumento dos níveis de triptofano digestível na ração. Concluiu-se que o nível de 0,144% de triptofano digestível, correspondente a uma relação triptofano: lisina digestíveis de 19,2%, proporcionou melhor resposta de ganho de peso de suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne na carcaça, dos 97,0 aos 125,0 kg.

Palavras-chave: aminoácidos, carcaça, desempenho, terminação

**DIETARY DIGESTIBLE TRYPTOPHAN LEVELS FOR HIGH
GENETICAL BARROWS FOR LEAN DEPOSITION FROM 97 TO 125
kg**

ABSTRACT – The experiment used 80 castrated swine males commercial hybrid of high genetic potential were used for deposition of lean in the carcass, with initial and final body weight of $97.0 \pm 2,81$ kg and 125.0 ± 3.31 kg, respectively, to evaluate the levels effect of digestible tryptophan on the performance and carcass characteristics. The animals were distributed in a randomized experimental block design, composed by five treatments (0.124; 0.133; 0.142; 0.151 e 0.160% of digestible tryptophan), respectively to the relationships of 16.5; 17.7; 18.9; 20.1 e 21.3% of digestible tryptophan: lysine, with eight repetitions and two animals in each experimental unit. The diets and water were supplied *ad libitum*. The treatments influenced the daily gain that improved by a quadratic way until the estimated tryptophan level of 0.144%. The digestible tryptophan levels did not influence the feed intake, feed conversion, backfat thickness and body lean performance. The intake of digestible tryptophan increased in a linear way when the dietary of digestible tryptophan levels were increased in the diet. Therefore, it was concluded that level of 0.144% of digestible tryptophan, corresponding a relationship of digestible tryptophan: lysine of 19.2%, provided the best results of weight gain for barrows with high genetic potential for lean deposition, from 97.0 to 125.0 kg.

Key-words: carcass, performance, finishing, tryptophan

1 - INTRODUÇÃO

Atualmente, a indústria suinícola tem abatido animais com maior peso, visando a otimização do uso de equipamentos e mão-de-obra, e aumentar o rendimento da carcaça e dos principais cortes industriais. Para o produtor, o abate de suínos mais pesados também pode ser vantajoso, pois permite que a produção de carne aumente, sem necessidade de alterar o número de matrizes.

A alta demanda dos consumidores e das indústrias por carne suína com pouca gordura, tem feito com que as grandes empresas suinícolas enfatizem a importância da maximização do crescimento cárneo dos suínos por meio da nutrição.

Os nutricionistas têm procurado utilizar o conceito da proteína ideal e de digestibilidade de aminoácidos para atingir o balanço adequado de aminoácidos, capaz de prover, sem deficiências e nem excessos, as exigências de todos os aminoácidos necessários à perfeita manutenção e crescimento da espécie, objetivando principalmente otimizar a retenção de nitrogênio da dieta (Baker & Chung, 1992).

Entre os aminoácidos essenciais, que tem que estar presente na ração de suínos, o triptofano é de grande importância, pois além de participar da síntese protéica, o triptofano possui função específica como precursor de serotonina, no qual está envolvida no estímulo da ingestão de alimento (Henry et al., 1992) e na diminuição do estresse que antecede o abate.

O efeito negativo da deficiência de triptofano na ingestão voluntária de alimento e no desempenho de crescimento de suínos em terminação é principalmente marcado pela concentração de proteína bruta na dieta. Isso acontece porque o transporte de triptofano através das membranas celulares (tanto em nível intestinal, como cerebral) compete com o transporte dos aminoácidos neutros de cadeia longa (AANCL). Desta forma, haverá menor quantidade de triptofano metabolizado em serotonina e conseqüentemente menor consumo de alimento.

Tanto as concentrações de triptofano dietético, como o nível de proteína bruta da ração, resultam em interação com o sexo, já que fêmeas mostraram-se mais sensíveis à deficiência de triptofano que os machos castrados, referente à diminuição da ingestão voluntária de alimento (Henry et al., 1992).

Sabendo-se da importância do triptofano na dieta e que no Brasil há carência de informações sobre sua exigência nutricional para suínos pesados, este trabalho foi realizado para avaliar níveis de triptofano digestível em dietas para suínos pesados (97,0 a 125,0 kg), utilizando o conceito de proteína ideal, para suínos machos castrados de alto potencial genético, considerando o desempenho e a composição da carcaça.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Granja de Suínos da Fazenda Experimental Vale do Piranga, de propriedade da EPAMIG, localizada no município de Oratórios - MG.

Foram utilizados 80 suínos machos castrados, híbridos comerciais de alto potencial genético para deposição de carne magra na carcaça, com peso inicial de $97,0 \pm 2,81$ kg, distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco tratamentos (0,124; 0,133; 0,142; 0,151 e 0,160% de triptofano digestível, correspondentes às relações de triptofano digestível: lisina digestível de 16,5; 17,7; 18,9; 20,1 e 21,3%, respectivamente), oito repetições e dois animais por unidade experimental. Na distribuição dos animais em cada bloco, foi adotado como critério o peso inicial dos animais.

Os animais foram alojados em baias providas de comedouros semi-automáticos e bebedouros automáticos tipo chupeta, em galpão de alvenaria com piso de concreto e cobertura de telhas de amianto.

As rações experimentais foram formuladas para serem isoenergéticas e isoprotéicas, à base de milho, farelo de soja e suplementados com minerais e vitaminas, para atender às exigências nutricionais dos animais de acordo com o estabelecido em Rostagno et al. (2005), exceto para o triptofano. Os tratamentos constituídos de diferentes níveis de triptofano digestível foram obtidos a partir da inclusão de L-triptofano, em substituição ao ácido glutâmico, com base no equivalente

protéico, ajustando-se as quantidades com adição do amido. As composições centesimais e bromatológicas das rações encontram-se apresentadas na Tabela 1.

A fim de assegurar que nos tratamentos, nenhum outro aminoácido ficasse limitante na ração, a relação entre a lisina digestível e os demais aminoácidos essenciais digestíveis ficaram no mínimo dois pontos percentuais acima daquela preconizada por Fuller (1996) na proteína ideal, para suínos dos 50,0 a 110,0 kg.

Durante o período experimental, os animais receberam as rações experimentais e água à vontade.

As rações e as sobras de ração foram pesadas periodicamente, enquanto os animais foram pesados no início e no final do período experimental para avaliação de ganho de peso e consumo de ração. A conversão alimentar real foi obtida dividindo-se o consumo de ração total por tratamento pelo ganho de peso dos animais de cada tratamento.

Ao final do período experimental, quando atingiram o peso de $125,0 \pm 3,31$ kg os animais foram submetidos a jejum alimentar de 18 horas. Posteriormente, foram pesados e abatidos em frigorífico localizado no município de Ponte Nova - MG, por atordoamento elétrico e sangramento. Após o abate, os animais foram depilados com lanças-chamas e eviscerados. As carcaças passaram por avaliação de rendimento de carne magra e espessura de toucinho, seguindo-se a técnica adotada no frigorífico. As carcaças, excluindo cabeça e pés, foram pesadas para posterior cálculo de rendimento de carcaça.

Os parâmetros avaliados foram: ganho de peso diário, consumo de ração diário, conversão alimentar, consumo de triptofano digestível diário, espessura de toucinho no ponto P₂, peso de carcaça, quantidade de carne magra, porcentagem de carne magra na carcaça e taxa de deposição de carne.

Utilizou-se o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + T_j + e_{ijk}$$

Onde:

Y_{ijk} = característica observada

μ = média geral das características;

B_i = efeito do bloco i ; $i = 1, 2 \dots$ e 8;

T_j = efeito do nível de triptofano digestível j ; $j = 1, 2 \dots$ e 5;

e_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

As variáveis de desempenho e as características de carcaça foram analisadas utilizando-se os procedimentos para análises de variância e de regressão, contidos no Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG), desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa (UFV, 2000), versão 8.0.

As estimativas de exigência de triptofano digestível, e a sua relação com a lisina digestível, foram determinadas por meio de análises de regressão linear e quadrática.

Tabela 1 - Composição centesimal e calculada das rações experimentais.

Ingredientes (%)	Níveis de Triptofano Digestível (%)				
	0,124	0,133	0,142	0,151	0,160
Milho	83,76	83,76	83,76	83,76	83,76
Farelo de soja	13,80	13,80	13,80	13,80	13,80
Fosfato bicálcico	0,309	0,309	0,309	0,309	0,309
Calcário	0,792	0,792	0,792	0,792	0,792
Ácido glutâmico	0,100	0,087	0,074	0,060	0,047
Amido	0,050	0,054	0,058	0,063	0,066
L-Lisina HCl (78,5%)	0,312	0,312	0,312	0,312	0,312
DL-Metionina (99%)	0,077	0,077	0,077	0,077	0,077
L-Treonina (98,5%)	0,111	0,111	0,111	0,111	0,111
L-Triptofano (99%)	0,000	0,009	0,018	0,028	0,037
Premix vitamínico ¹	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Premix mineral ²	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Sal comum	0,337	0,337	0,337	0,337	0,337
Avilamicina	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Composição Calculada³					
Proteína bruta (%)	13,669	13,669	13,669	13,669	13,669
EM (Mcal/kg)	3,262	3,262	3,262	3,262	3,262
Lisina total (%)	0,823	0,823	0,823	0,823	0,823
Lisina digestível (%)	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750
Metionina+Cistina digestível (%)	0,504	0,504	0,504	0,504	0,504
Treonina digestível (%)	0,542	0,542	0,542	0,542	0,542
Triptofano digestível (%)	0,124	0,133	0,142	0,151	0,160
Cálcio (%)	0,450	0,450	0,450	0,450	0,450
Fósforo disponível (%)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Relação Trip:Lis. Dig.	16,5	17,7	18,9	20,1	21,3

¹ Contém em 1kg: vitamina A, 6.000.000UI; vitamina D₃, 1.500.000UI; vitamina E, 15.000.000UI; vitamina B₁, 1,35g; vitamina B₂, 4g; vitamina B₆, 2g; ácido pantotênico, 9,35g; vitamina K₃, 1,5g; ácido nicotínico, 20,0g; vitamina B₁₂, 20,0g; ácido fólico, 0,6g; biotina, 0,08g; iodo, 1,5g; selênio, 0,3g e excipiente q. s. p., 1000g.

² Contém em 1kg: ferro, 100g; cobre, 10g; cobalto, 1g; manganês, 40g; zinco, 100g; excipiente q.s.p., 1000g

³ Composição calculada segundo Rostagno et al. (2005).

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período experimental, a temperatura mínima e máxima no interior do galpão manteve-se em $12,5 \pm 1,3$ e $26,0 \pm 1,5^{\circ}\text{C}$, respectivamente. Observou-se que a média da temperatura máxima ficou abaixo da temperatura crítica superior de 27°C , estabelecida por Leal & Nããs (1992), para suínos em terminação, o que caracterizou um ambiente de termoneutralidade.

Os resultados de ganho de peso diário (GPD), consumo de ração diário (CRD), conversão alimentar (CA) e consumo de triptofano digestível diário (CTD), de suínos machos castrados de alto potencial genético dos 97,0 aos 125,0 kg, recebendo rações com cinco níveis de triptofano, estão apresentados na Tabela 2.

Foi observado efeito ($P < 0,06$) dos níveis de triptofano sobre o GPD dos animais, que aumentou de forma quadrática até o nível estimado de 0,144% de triptofano digestível, correspondente a uma relação de 19,2% com a lisina digestível (Figura 1). Resultado semelhante foi obtido por Eder et al. (2003), que verificaram que o ganho de peso dos suínos na fase de terminação (80 a 115 kg) foi influenciado significativamente pelos níveis de triptofano da ração, sendo que a melhor resposta para ganho de peso ocorreu no nível de 0,146% de triptofano digestível.

Por outro lado, Fremaut & Deschrijver (1990), avaliando níveis de triptofano para suínos na fase de terminação, em que a relação triptofano digestível: lisina digestível variou de 18,0 a 24,0% , não observaram

variação significativa do ganho de peso dos animais em função dos tratamentos. Da mesma forma, Haese (2006) avaliando níveis de triptofano digestível de 0,128 a 0,160%, também não verificou efeito significativo dos tratamentos sobre o GPD dos suínos machos castrados, dos 60,0 aos 95,0 kg. Segundo esse mesmo autor, o nível de 0,128% triptofano digestível, correspondente a uma relação de 16,0% com a lisina digestível, foi suficiente para atender as exigências dos animais para máximo crescimento.

Tabela 2 – Resultados de desempenho de suínos machos castrados recebendo rações com diferentes níveis de triptofano digestível dos 97 aos 125 kg.

Variáveis	Níveis de triptofano digestível (%)					CV (%)
	0,124	0,133	0,142	0,151	0,160	
Ganho de peso (kg/dia) ¹	1,22	1,33	1,34	1,27	1,29	10,05
Consumo de ração (kg/dia)	3,68	3,76	3,89	3,68	3,71	7,73
Conversão alimentar (kg/kg)	3,02	2,45	2,91	2,89	2,88	6,15
Consumo de triptofano (g/dia) ²	4,56	5,00	5,52	5,56	5,94	7,67

¹ Efeito quadrático (P<0,06).

² Efeito linear (P<0,01).

$$\hat{Y} = -3,6350 + 68,9343 x - 239,503 x^2$$

$$R^2 = 0,78$$

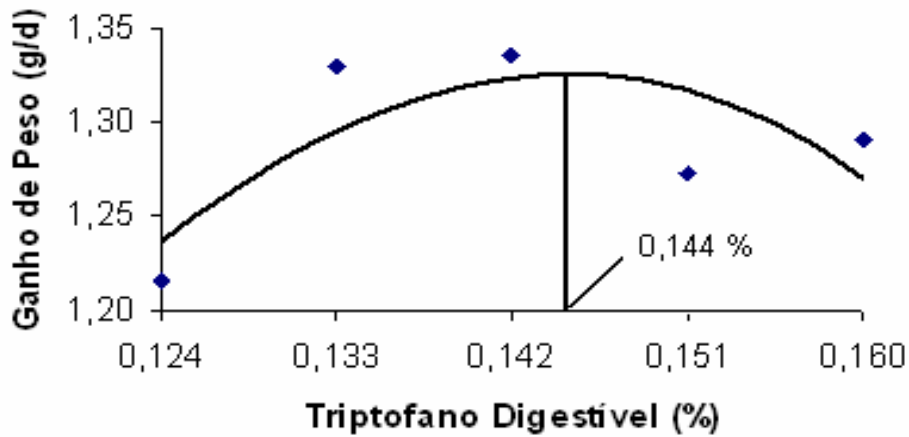


Figura 1 – Ganho de peso em função dos níveis de triptofano digestível das rações de suínos machos castrados de alto potencial genético, dos 97 aos 125 kg.

A inconsistência entre o nível de triptofano encontrado, nesse estudo de 0,144%, com o obtido por no de Haese et al. (2006) de 0,128%, pode ser em parte justificada pela diferença no peso de abate dos animais. De acordo com Fuller (1991), a exigência de manutenção dos animais aumenta à medida que aumenta seu peso de abate. Isso ocorre porque o aumento da exigência de alguns aminoácidos relacionados com a manutenção dos animais, como o triptofano, acontece devido à associação destes aminoácidos com as perdas endógenas e renovação celular da mucosa intestinal. Assim, a relação do triptofano com a lisina será maior, à medida que aumenta a exigência de manutenção dos animais, já que a lisina é utilizada, quase totalmente, para a deposição proteínica.

O consumo de ração diário (CRD) não foi influenciado ($P>0,10$) pelos níveis de triptofano digestível. De forma semelhante, Hahn et al. (1995), Eder et al. (2003) e Guzik et al. (2005), também não constataram influência do aumento do nível de triptofano sobre o consumo de ração dos suínos na fase de terminação.

Em contrapartida, Burgoon et al. (1992) e Rossoni et al. (2003), verificaram variação significativa no consumo de ração dos animais, ao avaliar níveis de triptofano na ração de suínos na fase de terminação.

A divergência de resultados, quanto à influência do nível de triptofano sobre a ingestão voluntária de alimentos em suínos, pode estar relacionada entre outros fatores à diferenças nas concentrações de triptofano e dos aminoácidos neutros: valina, leucina, isoleucina, tirosina e fenilalanina (GAN) nas rações experimentais.

De acordo com Henry et al. (1992), a baixa relação entre o triptofano e os AGN na ração e no plasma, resulta em diminuição da disponibilidade de triptofano no cérebro, o que reduz, conseqüentemente, a produção de serotonina, que é um neurotransmissor que influencia o consumo de alimento pelos animais.

Dessa forma, pode-se inferir que o menor nível de triptofano digestível avaliado neste estudo (0,124%), provavelmente, não foi suficientemente baixo para comprometer a produção de serotonina no cérebro a ponto de influenciar significativamente no CRD dos animais.

Ainda com base nos resultados de CRD, pode-se deduzir que os animais não ajustaram o consumo de ração para atender a exigência de

triptofano para máximo crescimento. Esse padrão de resposta difere do observado por Ferguson & Gous (1997) e Ferguson et al. (2000a,b), que constataram que suínos em crescimento aumentaram o consumo voluntário de alimentos quando receberam rações com níveis respectivamente de proteína bruta, treonina e lisina abaixo da exigência para máximo crescimento.

Não houve efeito ($P>0,10$) dos tratamentos sobre a conversão alimentar (CA) dos animais, embora tenha sido observada melhora de 18,9% nos valores absolutos de CA quando o nível de triptofano na ração aumentou de 0,124 para 0,133%. Esse resultado seria um indicativo que o nível de 0,124% comprometeu a eficiência de utilização do alimento dos animais.

De forma semelhante Eder et al. (2003), estudando níveis de triptofano digestíveis cujas relações com a lisina digestível variaram de 8,7 a 23,0% em rações para suínos de 80,0 a 115,0 kg, não observaram variação significativa na CA dos animais a partir da relação de 15,0% de triptofano digestível:lisina digestível. Conduzindo estudos com suínos dos 60 aos 95 kg, Haese (2006), também não constatou efeito significativo dos níveis de triptofano sobre a CA dos animais.

Por outro lado, Guzik et al. (2005) verificaram que a CA dos suínos em terminação melhorou com a adição do triptofano nas rações, sendo a melhor resposta obtida no nível de 0,109% de triptofano digestível, correspondente a uma relação de 21,0% da lisina digestível.

As variações de resposta de CA em função do nível de triptofano das rações podem estar associados a fatores como a genética e o sexo dos animais e a composição das rações experimentais.

Observou-se efeito ($P < 0,01$) dos tratamentos sobre o consumo de triptofano diário (CTD), que aumentou de forma linear (Figura 2). A relação positiva verificada entre o CTD e o nível de triptofano da ração pode ser justificada pelo fato de não ter ocorrido variação significativa no CRD dos animais entre os tratamentos.

O nível de triptofano digestível de 0,144% que proporcionou o melhor resultado de desempenho dos animais nesse estudo, ficou acima dos níveis de 0,090 e 0,096% obtidos, respectivamente, por Burgoon et al. (1992) e Guzik et al. (2005) com suínos em terminação e do nível de 0,109% preconizados por Rostagno et al. (2005), para suínos machos castrados dos 100 aos 120 kg.

Entre os diversos fatores que podem contribuir para que ocorra variação na exigência de triptofano pelos suínos, destacam-se: o ambiente térmico, o status imunológico e a genética dos animais.

Avaliando a influência da temperatura ambiental sobre a resposta de suínos em crescimento ao nível de triptofano da ração, Ferguson & Gous (2002) verificaram que o nível de triptofano que proporcionou a melhor resposta de desempenho dos animais variou de acordo com a temperatura ambiental. Com relação ao desafio imunológico, Le Floc'h et al. (2004) e Melchior et al. (2004) propuseram que as exigências de alguns aminoácidos, entre eles o triptofano, seriam aumentadas durante a

estimulação do sistema imune dos animais. Segundo Santos (2005) isso ocorre porque o desafio imunológico provoca alterações metabólicas nos suínos com efeitos negativos sobre a taxa de crescimento e a deposição de proteína na carcaça.

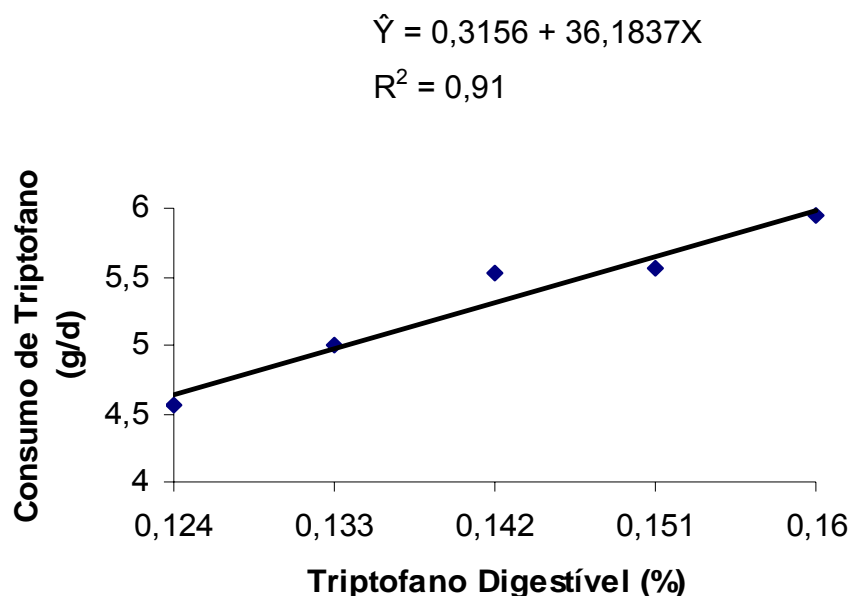


Figura 2 – Consumo de triptofano, em função dos níveis de triptofano digestível nas rações de suínos machos castrados de alto potencial genético, dos 97 aos 125 kg

Os resultados de espessura de toucinho no ponto P₂, peso de carcaça, quantidade de carne magra (kg), porcentagem de carne magra e deposição de carne diária, encontram-se apresentados na Tabela 3.

Não se verificou influência ($P > 0,10$) dos níveis de triptofano digestível da ração sobre os parâmetros de carcaça avaliados. De maneira similar, Fremaut & Deschrijver (1990), Henry et al. (1992) e Haese et al. (2006) não verificaram variação significativa na espessura de

toucinho e na porcentagem de carne na carcaça de suínos em terminação, com o aumento do nível de triptofano da ração.

Por outro lado, Henry (1995) constatou efeito dos níveis de triptofano (0,10 vs 0,13 %) sobre a deposição de tecido magro e adiposo de suínos de 55 a 88 kg, sendo que ambos diminuíram com a deficiência de triptofano quando os animais foram abatidos com a mesma idade. Mas, quando os suínos foram abatidos com o mesmo peso corporal, não houve diferença entre os tratamentos sobre a composição de carcaça.

Tabela 3 - Características de carcaça de suínos machos castrados, dos 97 aos 125 kg, em função dos níveis de triptofano digestível da ração.

Variáveis	Níveis de Triptofano Digestível (%)					CV (%)
	0,124	0,133	0,142	0,151	0,160	
Espessura de toucinho (mm)	18,24	19,44	18,03	17,52	17,42	28,29
Peso de carcaça (kg)	87,70	89,02	87,79	87,77	88,49	3,32
Carne magra (kg)	48,34	49,59	48,50	49,06	49,74	4,52
Carne magra (%)	55,15	55,71	55,28	55,92	56,19	4,29
Deposição de carne (g/d)	474	511	451	497	504	19,8

De acordo com esse relato, pode-se inferir que o fato dos animais neste estudo terem sido abatidos com o mesmo peso, associado à pequena variação nos níveis de triptofano avaliados, contribuiu para que não houvesse diferença nos parâmetros de carcaça avaliados.

4 - CONCLUSÃO

O nível estimado de 0,144% de triptofano digestível correspondente à uma relação de 19,2% com a lisina digestível, proporcionou a melhor resposta de ganho de peso dos suínos machos castrados de alto potencial genético, dos 97,0 aos 125,0 kg.

5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAKER, D.H.; CHUNG, T.K. Ideal protein for swine and poultry. **Biokroma technology**. v.4. Nutri-Quest, Inc., Chesterfield, MO, 1992.
- BURGOON, K.G.; KNABE, D.A.; GREGG, E.J. Digestible tryptophan requirements of starting, growing, and finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.70, p.2493-2500, 1992.
- EDER, K.; NONN, H.; KLUGE, H. et al. Tryptophan requirement of growing pigs at various body weights. **Journal Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.87, p.336-346, 2003.
- FERGUSON, N.S.; GOUS, R.M. The influence of heat production on voluntary food intake in growing pigs given protein-deficient diets. **Animal Science**, v.64, p.365-378, 1997.
- FERGUSON, N.S.; ARNOLD, G.A.; LAVERS, G. et al. The response of growing pigs to amino acids as influenced by environmental temperature. 1. Treonine. **Animal Science**, v.70, p.287-297, 2000a.
- FERGUSON, N.S.; ARNOLD, G.A.; LAVERS, G. et al. The response of growing pigs to amino acids as influenced by environmental temperature. 2. Lysine. **Animal Science**, v.70, p.299-306, 2000b.
- FERGUSON, N.S.; GOUS, R.M. The response of growing pigs to amino acids as influenced by environmental temperature: tryptophan. **Animal Science**, v.74, p.103-110, 2002.
- FREMAUT, D.; DESCHRIJVER, R. Tryptophan supplementation of diets for growing-finishing pigs. **Revue de l'Agriculture**, v.43, p.761-768, 1990.
- FULLER, M.F. Macronutrients requirements of growing swine. **Simpósio Internacional Sobre Exigências Nutricionais de Aves e Suínos**, Viçosa-MG, p.205-221, 1996.
- FULLER, M.F. Present knowledge of amino acid requirements for maintenance and production. **Protein Metabolism and Nutrition**, p 116. EAAP Publ. n° 59. Herning, Denmark, 1991.
- GUZIK, A.C.; SHELTON, J.L.; SOUTHERN, L.L. et al. The tryptophan requirement of growing and finishing barrows. **Journal of Animal Science**, v.83, p.1303 - 1311, 2005.
- HAESE, D.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Níveis de triptofano digestível em rações para suínos machos castrados de alto potencial

- de deposição de carne magra na carcaça dos 60 aos 95 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35,n.6,p.2309-2313,2006.
- HAHN, J.D.; BIEHL, R.R.; BAKER, D. Ideal digestible lysine level for early and late finishing swine. **Journal of Animal Science**, v.73, p.773-784, 1995.
- HENRY, Y.; SÈVE, B.; COLLÉAUX, Y. et al. Interactive effects of dietary levels of tryptophan and protein on voluntary feed intake and growth performance in pigs, in relation to plasma free amino acids and hypothalamic serotonin. **Journal of Animal Science**, v.70, p.1873-1887, 1992.
- HENRY, Y. Effects of dietary tryptophan deficiency in finishing pigs, according to age or weight at slaughter or live weight gain. **Livestock Production Science**. v.41, p.63-76, 1995.
- HENRY, Y.; SÈVE, B.; MOUNIER, A. et al. Growth performance and brain neurotransmitters in pigs as affected by tryptophan, protein, and sex. **Journal of Animal Science**, v.74, p.2700-2710, 1996.
- JANSMAN, A.J.M. Necesidades y utilización del triptófano en animales monogástricos. **ID TNO Animal Nutrition**, The Netherlands, 2001.
- LEAL, P.M.; NÃÃS, I.A. Ambiência animal. In: CORTES, L.A.B.; MAGALHÃES, P.S.G. (org). **Introdução à Engenharia Agrícola**. Campinas, SP : Unicamp. 1992. p.121-135.
- LE FLOC'H, N.; MELCHIOR, D.; OBLED, C. Modifications of protein and amino acid metabolism during inflammation and immune system activation. **Livestock Production Science**, v.87, p.37-45, 2004.
- MELCHIOR, D.; SÈVE, B.; LE FLOC'H, N. Chronic lung inflammation affects plasma amino acid concentrations in pigs. **Journal of Animal Science**, v.82, p.1991-1099, 2004.
- NRC- National Research Council. Nutritional requirements of swine. 10 ed. Washington, DC: **National Academic Science**, 1998.
- ROSSONI, M.C.; DONZELE, J.L.; SILVA, F.C.O. et al. Avaliação de diferentes relações triptofano:lisina digestíveis em rações para suínos machos castrados dos 60 aos 95 kg. In: XI Congresso brasileiro de veterinários especialistas em suínos. Goiás, **Anais...** Goiânia, p.35-54, 2001.
- 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:DZO/UFV, p.141, 2005.

SANTOS, F.A. **Exigência de metionina mais cistina digestíveis para suínos machos castrados de alto potencial genético, dos 60 aos 95 kg.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 31p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2005.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA (UFV). **S.A.E.G. -Sistemas de análises Estatísticas e Genéticas.** Viçosa, MG (Versão 8.0), 2000.