

DOUGLAS HAESE

**NÍVEIS DE TRIPTOFANO DIGESTÍVEL EM RAÇÕES PARA SUÍNOS
MACHOS CASTRADOS DE ALTO POTENCIAL DE DEPOSIÇÃO
DE CARNE MAGRA NA CARÇAÇA DOS 60 AOS 95 Kg**

Tese 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
2005

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

T

H136n
2005

Haese, Douglas, 1977-

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 / Douglas Haese. – Viçosa: UFV, 2005.
ix, 29f. : il. ; 29cm.

Orientador: Juarez Lopes Donzele.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografias.

1. Suíno - Nutrição - Necessidades. 2. Suíno-Carcasas. 3. Suíno - Registros de desempenho. 4. Aminoácidos na nutrição de suínos. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

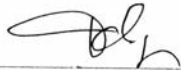
CDD 22.ed. 636.40852

DOUGLAS HAESE

NÍVEIS DE TRIPOFANO DIGESTÍVEL EM RAÇÕES PARA SUÍNOS
MACHOS CASTRADOS DE ALTO POTENCIAL PARA DEPOSIÇÃO DE
CARNE MAGRA DOS 60 AOS 95 kg

Tese 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: 11 de junho de 2005



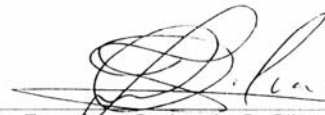
Prof. Darci Clementino Lopes



Prof. João Luís Kill



Prof.ª Rita Flávia M. de Oliveira
(Conselheira)



Dr. Francisco Carlos de O. Silva
(Conselheiro)



Prof. Juarez Lopes Donzele
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

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

Ao professor Juarez Lopes Donzele, pela amizade e confiança, pelos ensinamentos transmitidos, pelo incentivo e pela orientação durante o curso e na execução deste trabalho e de tantos outros.

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

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

Aos meus grandes amigos Uislei, Guilherme, Marcos Bento, Cauê, Fabrício, Bruno, Rafael, Merci, Márvio, Lurdes, Mariana, Letícia, Juliana, Gustavo, Felipe, Alison, Silvano e Fabrízio.

Ao Prof. e amigo Geraldo Colnago, pelos ensinamentos e pela dedicação durante minha vida acadêmica.

Ao Prof. João Luís Kill, pela confiança depositada em mim, pelos conselhos e, em especial, pela amizade.

À minha irmã, Christiane, aos meus pais, Valdo Haese e Delfina Kutz Haese, que tanto me apoiaram e torceram por mim.

À minha noiva, Jackeline, pela paciência e dedicação.

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

BIOGRAFIA

DOUGLAS HAESE, filho de Valdo Haese e Delfina Kutz Haese, nasceu em Governador Valadares, MG, em 22 de novembro de 1977.

Em março de 1998, iniciou no Centro Universitário de Vila Velha (UVV) o curso de Graduação em Veterinária, concluindo-o em março de 2002.

Em março de 2004, ingressou no Programa de Pós-Graduação, em nível de Mestrado em Zootecnia, na área de Nutrição em Monogástricos, na UFV, submetendo-se à defesa de tese em 11 de julho de 2005.

CONTEÚDO

	Página
RESUMO	vi
ABSTRACT	viii
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	11
NÍVEIS DE TRIPTOFANO DIGESTÍVEL EM RAÇÕES PARA SUÍNOS MACHOS CASTRA-DOS DE ALTO POTENCIAL GENÉTICO PARA DEPOSIÇÃO DE CARNE MAGRA NA CARÇAÇA DOS 60 AOS 95 KG.....	14
Resumo.....	14
Abstract.....	15
Introdução	16
Material e métodos.....	17
Resultados e discussão	20
Conclusão	26
Referências bibliográficas	27

RESUMO

HAESE, Douglas, M.S., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2005. **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.** Orientador: Juarez Lopes Donzele. Conselheiros: Rita Flávia Miranda de Oliveira e Francisco Carlos de Oliveira Silva

Para avaliar o efeito dos níveis de triptofano digestível sobre o desempenho e as características de carcaça, utilizaram-se 70 suínos machos castrados híbridos comerciais de alto potencial genético para deposição de carne magra na carcaça, com pesos médio inicial e final de $60,0 \pm 1,34$ kg e $95,00 \pm 0,97$ kg, respectivamente. Os animais foram distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, composto por cinco tratamentos (0,128; 0,136; 0,144; 0,152 e 0,160% de triptofano digestível), correspondendo às relações de 16, 17, 18, 19 e 20% de triptofano:lisina digestíveis, com sete repetições e dois animais por unidade experimental. As rações e a água foram fornecidas à vontade. Os níveis de triptofano digestível não influenciaram o consumo de ração, o ganho de peso, a conversão alimentar, a espessura de toucinho e o rendimento de carne magra. O consumo de triptofano digestível diário aumentou linearmente com o aumento

dos níveis de triptofano digestível na dieta. O aumento do consumo de triptofano ocorreu em função do aumento dos níveis de inclusão nos tratamentos. Concluiu-se que o nível de 0,128% de triptofano digestível, correspondente a uma relação triptofano:lisina digestíveis de 16%, proporcionou os melhores resultados de desempenho e características de carcaça de suínos machos castrados de alto potencial genético de deposição de carne magra na carcaça, dos 60 aos 95 kg.

ABSTRACT

HAESE, Douglas, M.S., Universidade Federal de Viçosa, July of 2005.
Digestible tryptophan levels in diets for barrows with high potential for lean deposition from 60 to 95 kg. Adviser: Juarez Lopes Donzele.
Committee Members: Rita Flávia Miranda de Oliveira and Francisco Carlos de Oliveira Silva.

To evaluate the effect of digestible tryptophan levels on the performance and carcass characteristics, 70 commercial hybrid castrated swine males of high genetic potential for lean deposition on carcass were used, with average initial and final body weight of 60.0 ± 1.34 kg and 95.0 ± 0.97 kg, respectively. The animals were distributed in a completely randomized experimental block design, composed by five treatments (0.128; 0.136; 0.144; 0.152 and 0.160% of digestible tryptophan), corresponding to the relationships of 16, 17, 18, 19 and 20% of digestible tryptophan:lysine, with seven repetitions and two animals in each experimental unit. The diets and water were supplied ad libitum. The digestible tryptophan levels did not influence the feed intake, weight gain, feed conversion, backfat thickness and lean yield. The intake of daily digestible tryptophan increased in a linear way with the increase of the levels of digestible tryptophan in the diet. The increase in the intake of tryptophan occurred

because of the increase of the levels in the treatments. It was concluded that the level of 0.128% of digestible tryptophan, corresponding to digestible tryptophan:lysine relationship of 16%, provided the best performances results on carcass characteristics for barrows with high genetic potential lean deposition from 60 to 95 kg.

1. INTRODUÇÃO GERAL

Avanços alcançados nesses últimos anos no setor suinícola têm proporcionado melhoras no desempenho produtivo e aumento no rendimento de carne magra na carcaça dos suínos. Estes índices zootécnicos têm sido conseguidos, dentre outros fatores, por meio de rações formuladas para atender às exigências nutricionais dos suínos perante diversas situações.

As rações de suínos, nas fases de crescimento e terminação no Brasil, são normalmente formuladas a partir de alimentos básicos, como o milho e farelo de soja. Rações à base destes dois ingredientes possuem quantidade limitada de lisina, sendo necessário formular rações com níveis mais elevados em proteína bruta para atender aos níveis requeridos deste aminoácido, porém o aumento de proteína bruta proporciona um desequilíbrio entre aminoácidos, elevando o custo final da ração, elevando o nitrogênio excretado no ambiente, reduzindo o desempenho dos animais e piorando as características de carcaça.

Dentre os fatores de desempenho e características de carcaça, a conversão alimentar e a quantidade de carne magra são as duas características de maior peso econômico para a produção de suínos e para a indústria de produtos à base de carne suína. Segundo Yen et al. (1986),

aumento nas respostas de desempenho e melhora nas características de carcaça estão associados aos níveis aminoacídicos presentes na ração. Portanto, o estabelecimento correto das exigências aminoacídicas, entre outros fatores, é de extrema importância para que os animais maximizem seu desempenho.

A utilização do conceito da proteína ideal e a disponibilização no mercado de uma grande quantidade de aminoácidos sintéticos proporcionou aos nutricionistas as condições de formular rações que atendam, sem deficiências nem excessos, às exigências de todos os aminoácidos necessários à perfeita manutenção e crescimento da espécie, aumentando o desempenho produtivo e melhorando as características de carcaça.

De acordo com programas ou planos de nutrição, tem-se observado que dietas com base no conceito de proteína ideal têm apresentado respostas melhores para deposição de carne magra e conteúdo de carne na carcaça (Kill et al., 2002).

O triptofano, dentre os aminoácidos, foi pouco estudado. Possui papel crucial no sistema imunológico e tem nos seus metabólitos os principais produtos envolvidos na regulação do consumo e estresse, sendo de extrema importância que níveis corretos sejam utilizados perante as diversas situações (Henry et al., 1992).

Entretanto, as atuais publicações são insuficientes para otimizar o desempenho dos animais nas diferentes situações e perante os diversos objetivos de produção, havendo, portanto, necessidade de constantes atualizações de suas recomendações.

Neste contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos de níveis de triptofano digestível em rações sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos machos castrados, selecionados geneticamente para deposição de carne magra na carcaça, dos 60 aos 95 kg.

O artigo a seguir foi editorado com base nas exigências da Revista Brasileira de Zootecnia, publicada pela Sociedade Brasileira de Zootecnia, com adaptação das normas para elaboração de teses da Universidade Federal de Viçosa.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Dentre os constituintes da ração, a proteína é o nutriente que mais onera os custos com a alimentação e, ao contrário de carboidratos e gorduras, não é armazenada como substância de reserva, sendo produzida apenas na quantidade necessária ao organismo. Além dos custos, Kerr et al. (1995) observaram que suínos, quando alimentados com dietas deficientes em proteína, crescem mais lentamente, apresentam pior conversão alimentar, aumentavam a taxa de deposição de gordura e reduzem a porcentagem de músculo quando comparados com suínos alimentados com rações com níveis adequados de proteína.

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 nem excessos, as exigências de todos os aminoácidos necessários à perfeita manutenção e crescimento da espécie, objetivando principalmente otimizar a retenção de nitrogênio da ração (Baker & Chung, 1992).

O balanço adequado de aminoácidos, além de outros fatores, também irá promover a diminuição da excreção de nitrogênio nos dejetos, minimizando

o impacto da poluição ambiental causada pela suinocultura. Dessa forma, ao aplicar o conceito da proteína ideal, é possível trabalhar com níveis protéicos mais baixos nas rações, desde que seja considerado o perfil ideal de aminoácidos, por meio da suplementação com aminoácidos sintéticos, sem que haja prejuízos no desempenho do animal.

Trabalhando com suplementação de aminoácidos sintéticos para suínos nas fases inicial, de crescimento e terminação, Kerr et al. (1995) constataram que a redução de quatro pontos percentuais do nível de proteína bruta, em rações à base de milho e farelo de soja, não influenciou o crescimento ou a eficiência alimentar dos suínos, desde que a lisina, o triptofano e a treonina fossem adicionados para atender as suas exigências. Este resultado está consistente com os apresentados por Tuitoeck et al. (1997) que, aplicando o conceito da proteína ideal, observaram que a redução de 3,6% do nível de proteína bruta da ração de suínos em crescimento não alterou o desempenho dos animais, desde que a exigência aminoacídica fosse atendida.

O excesso de proteína na ração, além de causar desequilíbrio entre os aminoácidos, gera um gasto adicional de energia para eliminar os aminoácidos excedentes, reduzindo dessa forma a eficiência alimentar (Henry et al., 1992). Considerando-se o aspecto econômico para se reduzir corretamente os níveis de proteína bruta na ração, além da adição da lisina, metionina e treonina, a adição de triptofano sintético é importante para que os níveis requeridos destes aminoácidos sejam atingidos.

O triptofano é um aminoácido essencial para suínos, sendo precursor de vários metabólitos importantes, tais como a serotonina, o ácido nicotínico e a melatonina (Jansman, 2001). A serotonina é o metabólito mais conhecido e foi

descrito em diversos trabalhos (Adeola & Ball, 1992; Henry et al., 1992; Henry et al., 1996). A produção da serotonina ocorre no cérebro por meio da oxidação do triptofano, atuando, segundo Smith & Hill (1988), em vias que se relacionam com o sono e com a percepção sensorial. Desta forma, o triptofano e seus derivados podem ter efeitos sobre o consumo de alimento, sobre o tempo que os animais dormem e sobre o comportamento de percepção da dor.

O triptofano e os aminoácidos neutros de cadeia longa (AAN: valina, leucina, isoleucina, fenilalanina e tirosina) competem pelos mesmos sítios de absorção nas membranas celulares, tanto no plano intestinal como no cerebral. Como resultado, a relação entre AAN e triptofano no plasma influencia a síntese de serotonina no hipotálamo. Essa competição com os AAN pelo sítio de absorção na barreira hematoencefálica pode ser intensificada pelo aumento dos níveis de AAN na ração (rações com altas quantidades de proteína bruta ou deficiência de triptofano), levando a uma saturação dos transportadores e reduzindo a quantidade de triptofano que atravessa a barreira hematoencefálica. Como consequência, menor quantidade de serotonina será produzida no cérebro, diminuindo o consumo voluntário (Henry et al., 1992).

Além de causar redução no consumo alimentar e no desempenho dos animais, também são observados efeitos da deficiência de triptofano sobre a composição corporal (conformação de carcaça e o pH do músculo de suínos pós-abate), alterando, dessa forma, as características da carne. O aumento do pH da carne em animais abatidos, provenientes de dietas deficientes em triptofano, foi relatado por Henry et al. (1992).

Adeola & Ball (1992) constataram que uma correta suplementação de triptofano na ração reduz a incidência de carne PSE (pálida, macia e exudativa)

devido, principalmente, à redução do estresse, proporcionada pelo aumento da síntese de serotonina no cérebro.

Diversas pesquisas relatam que as exigências nutricionais dos suínos variam não somente em função da fase de crescimento dos animais, mas, também, conforme o genótipo, sexo, saúde, temperatura ambiente, densidade populacional, entre outros fatores. Desta forma, os programas de melhoramento genético e de nutrição, bem como sanitário e ambiental, têm sido utilizados pelas indústrias suinícolas com o objetivo de melhorar o desempenho dos suínos (Kill et al., 2002).

Com relação ao genótipo, Friensen et al. (1994) verificaram que suínos selecionados para maior ganho de carne magra não se diferenciam estatisticamente dos não-selecionados em relação ao consumo de ração; porém, foi constatado aumento no ganho de peso de animais melhorados geneticamente, principalmente em função da melhora da eficiência alimentar.

Fatores do ambiente térmico também estão diretamente envolvidos no desempenho dos animais. Altas temperaturas reduzem, principalmente, o consumo de ração; isso ocorre como tentativa do animal de diminuir o incremento calórico gerado pela digestão, reduzindo, assim, o ganho de peso diário. Kerr et al. (2003) observaram que suínos mantidos em altas temperaturas (33°C) reduziram o consumo e a eficiência alimentar, sendo o efeito mais pronunciado nas rações com maiores níveis de proteína bruta (16%). Os mesmos autores verificaram que a redução da proteína bruta de 16 para 12%, juntamente com a adição de aminoácidos sintéticos como a lisina, treonina e triptofano, foi capaz de proporcionar aumento na eficiência alimentar.

Outra importante consideração quanto ao nível de aminoácidos usados na ração está relacionada ao sexo (Henry, 1995). Suínos machos castrados consomem mais ração e ganham peso mais rapidamente do que as fêmeas, entretanto as fêmeas são mais eficientes em converter alimento em carne magra, depositando maior porcentagem de tecido muscular e menor tecido adiposo em relação aos machos castrados. Pelo fato de as fêmeas terem uma maior taxa de deposição de tecido muscular e menor consumo que os machos castrados, suas exigências aminoacídicas são superiores (Henry, 1995).

Henry et al. (1996) também relataram que fêmeas são mais sensíveis que machos castrados ao desbalanço entre o triptofano e os AAN. A provável explicação para esta resposta diferenciada entre machos castrados e fêmeas está na distribuição da serotonina no cérebro.

Além dos fatores relatados anteriormente, deve-se considerar o triptofano como um dos principais intermediários utilizados pelo sistema imunológico. O desafio imunológico, com ou sem alteração do estado de saúde dos animais, pode resultar em diminuição da quantidade de ração consumida, com efeitos negativos sobre a taxa de crescimento e deposição de proteína na carcaça. Além da redução do consumo, de acordo com Nogueira et al. (2001), a ativação do sistema imunológico desvia os nutrientes que seriam destinados para o crescimento e manutenção. Segundo Le Floc'h et al. (2004) esse desvio proporcionado pela inflamação ou ativação do sistema imune reduz o crescimento e aumenta a excreção de nitrogênio no ambiente. Em situações de estresse imunológico, observa-se que os aminoácidos provenientes da dieta são principalmente utilizados pelo fígado para gluconeogênese e síntese de proteínas de fase aguda.

Ainda, a ativação do sistema imune produz 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 kynurenina, que é usado pelo organismo como um antioxidante (Le Floch et al., 2004).

A concentração de triptofano no plasma decresce significativamente quando ocorre um processo inflamatório, proporcionado tanto pelo IDO quanto pela produção de proteínas de fase aguda. O baixo nível circulante de triptofano, proporcionado por estes dois fatores, reduz a sua disponibilidade para crescimento e para outras funções fisiológicas. Segundo Melchior et al. (2004), esta observação suporta a hipótese de que o triptofano pode se tornar o aminoácido limitante em situações de estresse imunológico.

Existe uma grande variação entre os trabalhos em relação aos níveis de triptofano utilizados nas rações. Neste sentido, a determinação das exigências nutricionais dos suínos nas várias fases de crescimento, segundo o sexo, o potencial genético e o "status" sanitário, é de extrema importância para um correto estabelecimento das estratégias nutricionais em função da otimização do desempenho e das características de carcaça.

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. **Biokyma technology**. V. 4. Nutri-Quest, Inc., Chesterfield, MO, 1995.

FRIENSEN, K.G.; NELSEN, J.L.; UNRUH, J.A.; GOODBOND, R. D.; TOKACH, M.D. 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.

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.; GANIER, P. 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.; SEVE, B.; COLLÉAUX, Y.; GANIER, P.; SALIGAUT, C.; JÉGO, P. 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.; McKEITH, F.K.; EASTER, R.A. Effect on performance and carcass characteristics of nursery to finisher pigs fed reduced crude protein, amino acid-supplemented diets. **Journal of Animal Science**, v.73, p.433-440, 1995.
- KERR, B.J.; SOUTHERN, L.L.; BIDNER, T.D.; FRIESEN, K.G.; EASTER, R.A. 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.
- KILL, J.L. **Níveis de lisina e planos de nutrição, para as fases de crescimento e terminação, para leitoas de alto potencial genético para deposição de carne magra**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 73p. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- 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.; 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.

NOGUEIRA, E.T.; TEIXEIRA, A.O.; PUPA, J.M.R.; LOPES, D.C. Manejo nutricional e alimentação nas fases de recria e terminação de suínos. In: X CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS. Lages e Videira, **Anais...** Lages e Videira, 2001, p.35-54.

SMITH, E.L.; HILL R.L. **Bioquímica mamíferos**. Rio de Janeiro, RJ, p. 104 – 105, 1988.

TUITOEK, K.; YOUNG, L.G.; LANGE, C.F.M.; KERR, B.J. The effect do reducing excess dietary amino acids on growing-finishing pig performance: An evaluation of the ideal protein concept. **Journal of Animal Science**, v.75, p.1575-1583, 1997.

YEN, H.T., COLE, D.J.A., LEWIS, D. Amino acid requirements of growing pigs. 9. The response of pigs from 25 to 55 Kg liveweight to dietary ideal protein. **Animal Production**, v.43, p.141-154, 1986.

NÍVEIS DE TRIPTOFANO DIGESTÍVEL EM RAÇÕES PARA SUÍNOS MACHOS CASTRADOS DE ALTO POTENCIAL DE DEPOSIÇÃO DE CARNE MAGRA NA CARÇAÇA DOS 60 AOS 95 Kg

Resumo – Foram utilizados 70 suínos machos castrados híbridos comerciais de alto potencial genético para deposição de carne magra na carcaça, com pesos inicial e final de $60,0 \pm 1,34$ kg e $95,00 \pm 0,97$ kg, respectivamente, para avaliar o efeito dos níveis de triptofano digestível sobre o desempenho e as características de carcaça. Os animais foram distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, composto por cinco tratamentos (0,128; 0,136; 0,144; 0,152 e 0,160% de triptofano digestível), correspondendo às relações de 16, 17, 18, 19 e 20% de triptofano:lisina digestíveis, com sete repetições e dois animais por unidade experimental. As rações e a água foram fornecidas à vontade. Os níveis de triptofano digestível não influenciaram o consumo de ração, o ganho de peso, a conversão alimentar, a espessura de toucinho e o rendimento de carne magra. O consumo de triptofano digestível aumentou linearmente com o aumento dos níveis de triptofano digestível na dieta. O aumento do consumo de triptofano ocorreu em função do aumento dos níveis de inclusão dos tratamentos. Concluiu-se que o nível de 0,128% de triptofano digestível, correspondente a uma relação triptofano:lisina digestíveis de 16%, proporcionou os melhores resultados de desempenho e características de carcaça para suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne magra na carcaça, dos 60 aos 95 kg.

Palavras-chave: aminoácidos, características de carcaça, desempenho, terminação.

DIGESTIBLE TRYPTOPHAN LEVELS IN DIETS FOR BARROWS WITH HIGH POTENTIAL FOR LEAN DEPOSITION FROM 60 TO 95 Kg

Abstract – 70 commercial hybrid barrows of high genetic potential for lean deposition on carcass, with average initial body weight of 60.0 ± 1.34 kg and 95.0 ± 0.97 kg, respectively, were used to evaluate the effect of the levels of digestible tryptophan on the performance and carcass characteristics. The animals were distributed in a completely randomized experimental block design, composed by five treatments (0.128; 0.136; 0.144; 0.152 and 0.160% of digestible tryptophan), corresponding to the relationships of 16, 17, 18, 19 and 20% of digestible tryptophan:lysine, with seven repetitions and two animals in each experimental unit. The diets and water were supplied *ad libitum*. The digestible tryptophan levels did not influence the feed intake, weight gain, feed conversion, backfat thickness and lean yield. The intake of digestible tryptophan increased in a linear way with the increase of the levels of digestible tryptophan in the diet. The increase in the intake of tryptophan occurred because of the increase of the levels in the treatments. It was concluded that level of 0.128% of digestible tryptophan, corresponding to relationship of digestible tryptophan:lysine of 16%, provided the best results of performance and carcass characteristics for barrows with high genetic potential for lean deposition, from 60 to 95 kg.

Key-words: amino acids, carcass characteristics, performance, finishing.

Introdução

A suinocultura atual tem como objetivos, dentre outros fatores, a otimização do desempenho e a obtenção de carcaças com maior quantidade de tecido magro. Para tanto, o estabelecimento dos corretos níveis aminoacídicos na ração é de extrema importância para se evitar o excesso ou falta de aminoácidos essenciais.

Para um melhor balanceamento dos aminoácidos das rações, pode-se usar o conceito da proteína ideal, entendido como o balanço entre os aminoácidos da dieta, capaz de suprir, sem deficiências nem excessos, as exigências de todos os aminoácidos necessários à perfeita manutenção e crescimento da espécie. Neste conceito, a lisina tem sido utilizada como referência no estabelecimento da exigência dos demais aminoácidos, expressos como relação ou porcentagem do valor de lisina.

A aplicação do conceito da proteína ideal, além de evitar o excesso ou a falta de aminoácidos circulantes, permite ao animal a condição de expressar todo o seu potencial genético.

A utilização de híbridos comerciais, juntamente com a disponibilização comercial de uma grande quantidade de aminoácidos sintéticos, como a lisina, treonina, metionina e triptofano, tem proporcionado aos nutricionistas a possibilidade de formular rações segundo as exigências específicas para cada situação, otimizando, dessa forma, o potencial de desempenho e as características de carcaça dos suínos.

O triptofano, dentre os aminoácidos, foi pouco estudado. Possui papel crucial no sistema imunológico e tem nos seus metabólitos os principais

produtos envolvidos na regulação do consumo e estresse, sendo de extrema importância que níveis corretos sejam utilizados perante as diversas situações (Henry et al., 1992).

Neste contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos de níveis de triptofano digestível em rações sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos machos castrados, selecionados geneticamente para deposição de carne magra na carcaça, dos 60 aos 95 kg.

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 70 suínos machos castrados, híbridos comerciais de alto potencial genético para deposição de carne magra na carcaça, com peso inicial de $60,00 \pm 1,34$ kg, distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco tratamentos (0,128; 0,136; 0,144; 0,152 e 0,160% de triptofano digestível, correspondentes às relações de triptofano digestível: lisina digestível de 16; 17; 18; 19 e 20%, respectivamente), sete repetições e dois animais por unidade experimental. Na distribuição dos animais dentro de 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 (Tabela 1), isoenergéticas e isoproteicas, foram formuladas à base de milho, glúten de milho e farelo de soja e suplementadas

com minerais e vitaminas, para atender às exigências nutricionais dos animais de acordo com Rostagno et al. (2000) para todos os nutrientes, com exceção do triptofano. Os tratamentos, constituídos de diferentes níveis de triptofano digestível, foram obtidos a partir da inclusão de L-triptofano, em substituição ao ácido glutâmico e amido.

Em todas as rações foi verificada a relação aminoacídica entre a lisina e os demais aminoácidos essenciais, a fim de se assegurar que em todos os tratamentos nenhum outro aminoácido ficasse limitante na ração. Na avaliação das relações aminoacídicas das rações, foram utilizadas aquelas preconizadas por Rostagno et al. (2000) na proteína ideal, para suínos na fase de terminação.

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 do ganho de peso, do consumo de ração e da conversão alimentar.

Ao final do período experimental, quando atingiram o peso de $95,00 \pm 0,97$ kg, os animais foram submetidos a jejum alimentar por 18 horas, sendo o abate realizado posteriormente em frigorífico comercial localizado no município de Ponte Nova-MG, por atordoamento elétrico e sangramento. Em seguida, os animais foram depilados com lança-chamas e eviscerados. As carcaças passaram por avaliação de rendimento de carne magra e espessura de toucinho (ETP₂), por meio de aparelho de tipificação de carcaça (GP-4 Henessy – Nova Zelândia – Solft Didai), segundo metodologia adotada no próprio frigorífico.

Tabela 1 – Composição centesimal das dietas experimentais

Ingredientes (%)	Níveis de triptofano digestível (%)				
	0,128	0,136	0,144	0,152	0,160
Milho	77,992	77,992	77,992	77,992	77,992
Farelo de soja	13,900	13,900	13,900	13,900	13,900
Far. glúten milho 60	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
L-Lisina HCL	0,338	0,338	0,338	0,338	0,338
L-Treonina	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060
L-Triptofano	-	0,009	0,018	0,026	0,035
DL-Metionina	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032
Ac. glutâmico	0,100	0,087	0,073	0,060	0,047
Amido	0,100	0,104	0,109	0,114	0,118
Fosfato bicálcico	1,210	1,210	1,210	1,210	1,210
Calcário	0,737	0,737	0,737	0,737	0,737
Premix vitamínico ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Premix mineral ²	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Sal	0,321	0,321	0,321	0,321	0,321
BHT	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
TOTAL	100	100	100	100	100
Composição calculada³					
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.249	3.249	3.249	3.249	3.249
Proteína bruta (%)	16,450	16,450	16,450	16,450	16,450
Lisina total (%)	0,855	0,855	0,855	0,855	0,855
Lisina digestível (%)	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800
Triptofano digestível (%)	0,128	0,136	0,144	0,152	0,160
Treonina digestível (%)	0,560	0,560	0,560	0,560	0,560
Metionina+cistina digestível (%)	0,560	0,560	0,560	0,560	0,560
Fenilal + tir. digestível suíno	1,287	1,287	1,287	1,287	1,287
Leucina digestível (%)	1,649	1,649	1,649	1,649	1,649
Isoleucina digestível (%)	0,563	0,563	0,563	0,563	0,563
Valina digestível (%)	0,647	0,647	0,647	0,647	0,647
Cálcio (%)	0,653	0,653	0,653	0,653	0,653
Fósforo disponível	0,321	0,321	0,321	0,321	0,321
TRP:ANCL (%) ⁴	3,087	3,280	3,473	3,667	3,859
Relação triptofano:lisina digestíveis	16	17	18	19	20

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., 1.000 g.

² Contém em 1kg: ferro, 100g; cobre, 10g; cobalto, 1g; manganês, 40g; zinco, 100g; excipiente q.s.p., 1.000 g

³ Composição calculada segundo Rostagno et al. (2000).

⁴ Triptofano: aminoácidos neutros cadeia longa x 100.

Os parâmetros avaliados foram: consumo de ração diário, ganho de peso diário, conversão alimentar, consumo diário de triptofano digestível, rendimento de carne magra e espessura de toucinho no ponto P₂.

Utilizou-se o seguinte modelo estatístico:

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

em que

Y_{ijk} = característica observada

μ = média geral das características;

B_i = efeito do bloco i ; $i = 1, 2 \dots$ e 7 ;

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

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

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

Resultados e discussão

Os resultados de consumo de ração médio diário (CRD), ganho de peso diário (GPD), conversão alimentar (CA), consumo de triptofano digestível diário (CTD), espessura de toucinho no ponto P₂ (ET) e rendimento de carne magra na carcaça (RCM) de suínos machos castrados de alto potencial genético dos 60 aos 95 kg, recebendo rações com diferentes níveis de triptofano digestível, estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Desempenho e características de carcaça de suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne magra, dos 60 aos 95 kg, em função dos níveis de triptofano digestível da ração

Parâmetros	Níveis de triptofano digestível (%)					CV (%)
	0,128	0,136	0,144	0,152	0,160	
Consumo de ração (g/dia)	2.896	2.862	3.060	2.920	3.049	5,5
Ganho de peso (g/dia)	1.162	1.145	1.185	1.161	1.178	6,4
Conversão alimentar	2,50	2,50	2,58	2,52	2,60	4,3
Consumo de triptofano (g/dia) ¹	3,71	3,89	4,41	4,44	4,88	6,4
Espessura de toucinho P2 (mm)	11,60	11,45	11,88	12,43	12,07	13,52
Rendimento de carne magra (%)	57,81	57,70	57,53	56,97	57,20	1,75

¹ Efeito linear (P < 0,05).

Não se verificou efeito (P>0,05) dos níveis de triptofano da dieta sobre o CRD. Resultados semelhantes foram encontrados por Hahn & Baker (1995) e Guzik et al. (2005), que não constataram influência do aumento do nível de triptofano sobre o consumo de ração de suínos na fase de terminação. Em contrapartida, Burgoon et al. (1992) e Rossoni et al. (2003), conduzindo estudos para avaliar níveis de triptofano na ração de suínos na fase de terminação, verificaram variação significativa no consumo de ração dos animais.

A inconsistência de resultados constatada entre os trabalhos quanto à influência do nível de triptofano sobre a ingestão voluntária de alimentos pelos suínos pode estar relacionada a fatores como o sexo dos animais utilizados e as relações do triptofano com os aminoácidos neutros (leucina, isoleucina, valina, fenilalanina e tirosina) nas rações experimentais.

Em estudos conduzidos com suínos machos castrados e fêmeas, na fase de terminação, Henry et al. (1992) constataram que a influência negativa do triptofano sobre o consumo de ração dos animais era maior nas fêmeas que nos machos castrados e que este efeito estaria associado à baixa relação entre o triptofano e os aminoácidos neutros (AAN) na ração e no plasma. Segundo estes mesmos autores, a menor relação entre esses aminoácidos no plasma resultou em diminuição da disponibilidade de triptofano no cérebro, reduzindo, conseqüentemente, a produção de serotonina, que é um neurotransmissor que estimula o consumo de alimento pelos animais.

Em estudo posterior, Henry et al. (1996) confirmaram que o efeito depressor do triptofano sobre a ingestão voluntária de alimentos dos suínos estaria relacionado à menor concentração de serotonina em várias regiões do cérebro e que este efeito era mais expressivo em fêmeas que em suínos machos castrados.

Considerando os relatos destes autores, pode-se inferir que o menor nível de triptofano digestível avaliado neste estudo (0,128%), em que a relação entre o triptofano e os AAN correspondeu a 3,087, não foi provavelmente suficiente para comprometer a produção de serotonina no cérebro a ponto de influenciar o consumo de ração dos animais.

Assim, os dados obtidos não confirmaram o relato de Henry & Seve (1993) de que o nível de triptofano na ração deve ser superior a 4% da soma dos AAN para evitar uma possível redução do consumo de ração voluntário dos suínos.

Os níveis de triptofano digestível não influenciaram ($P > 0,05$) o GPD, evidenciando que o nível de triptofano digestível de 0,128%, correspondente a

uma menor relação com a lisina digestível de 16%, foi suficiente para atender à exigência dos animais para ganho de peso.

Este resultado está consistente com o obtido por Fremaut & Deschrijver (1990) que, avaliando níveis de triptofano para suínos na fase de terminação, em que a relação triptofano:lisina variou de 18 a 24%, não observaram efeito dos tratamentos sobre o ganho de peso dos animais. Em contrapartida, Henry et al. (1992, 1996) e Henry (1995) constataram efeito negativo do baixo nível de triptofano sobre o ganho de peso de suínos machos castrados e de fêmeas na fase de terminação.

Mais recentemente, Eder et al. (2003) e Guzik et al. (2005) verificaram que o ganho de peso dos suínos na fase de terminação foi influenciado significativamente pelos níveis de triptofano da ração, com as melhores respostas de ganho obtidas nos níveis de 0,146 e 0,096%, respectivamente, de triptofano digestível, que corresponderam a uma mesma relação com a lisina digestível de 18%. Os resultados destes últimos autores evidenciaram que a exigência de triptofano digestível pode variar em função do nível de lisina digestível utilizado nas rações experimentais.

A CA dos animais não foi influenciada ($P>0,05$) pelos tratamentos. Ficou evidenciado com este resultado que o menor nível de triptofano digestível, de 0,128%, correspondente à relação de 16% com a lisina digestível, avaliado neste estudo, atendeu à demanda dos animais, não comprometendo a eficiência de utilização da ração para ganho de peso.

De forma semelhante, Fremaut & Deschrijver (1990), avaliando níveis de triptofano total de 0,150 a 0,202% para suínos na fase de terminação, não constataram efeito dos tratamentos sobre a CA dos animais. O resultado obtido

também está coerente com os dados de Eder et al. (2003) que, estudando níveis de triptofano digestível, entre 0,071 e 0,171% e entre 0,049 e 0,129%, em que as relações com a lisina digestível variaram de 8,9 a 21% e de 8,7 a 23%, respectivamente, em rações para suínos de 50 a 80 kg e de 80 a 115 kg, não observaram variação significativa na CA dos animais a partir dos níveis de 0,121% e de 0,089% de triptofano digestível que corresponderam à relação de 15% com a lisina digestível para ambas as faixas de peso.

Por outro lado, Guzik et al. (2005) verificaram que a CA dos suínos em terminação foi influenciada pelos níveis de triptofano digestível, com a melhor resposta obtida no nível de 0,109%, que correspondeu a 21% da lisina digestível.

Apesar das variações de resultados entre os trabalhos, foi constatado que o nível de triptofano digestível (0,128%) que proporcionou a melhor resposta de CA neste estudo foi similar ao nível de 0,129% preconizado por Rostagno et al. (2005) para suínos machos castrados dos 70 aos 100 kg e consistentemente acima dos valores de 0,12 e 0,10% preconizados no NRC – National Research Council (1998) para suínos de 50 a 80 kg e de 80 a 120 kg, respectivamente.

Observou-se efeito ($P < 0,05$) dos tratamentos sobre o CTD, que aumentou de forma linear, segundo a equação $\hat{Y} = -0,912 + 35,970X$ ($r^2 = 0,95$). Como os melhores resultados de desempenho (GPD e CA) foram obtidos no nível de 0,128%, pode-se inferir que o consumo diário de 3,71 g de triptofano digestível atendeu à demanda dos animais. Este valor foi semelhante aos de 3,71 e 3,77 g de triptofano digestível encontrados por Eder et al. (2003) para se obter melhor resposta de desempenho de suínos dos 50 aos 80 kg e

de 80 a 115 kg, respectivamente, e ao de 3,80 g calculado por Guzik et al. (2005) para suínos dos 74,6 aos 104,5 kg.

Não se verificou influência ($P>0,05$) dos níveis de triptofano digestível da ração sobre os parâmetros de carcaça avaliados. Os resultados observados de rendimento de carne magra na carcaça estão consistentes com os padrões de respostas de ganho de peso e da conversão alimentar verificados entre os tratamentos neste estudo.

De maneira similar, Fremaut & Deschrijver (1990) e Henry et al. (1992) não verificaram variação significativa na espessura de toucinho e na porcentagem de carne na carcaça de suínos em terminação com a elevação do nível de triptofano da ração.

Por outro lado, Guzik et al. (2005) constataram aumento linear na espessura de toucinho dos suínos em terminação devido à elevação da concentração de triptofano digestível da ração entre 0,06 e 0,14%, muito embora a porcentagem de carne magra não tenha se alterado significativamente entre os tratamentos.

Com os resultados obtidos, pode-se inferir que o nível de 0,128% de triptofano digestível, correspondente a uma relação de 16% com a lisina digestível, foi suficiente para atender às exigências de suínos machos castrados dos 60 aos 95 kg para melhor desempenho e rendimento de carne magra e menor espessura de toucinho. Esta relação se assemelha à encontrada por Kendall et al. (2003), que obtiveram as melhores respostas de suínos machos castrados, dos 91 aos 124 kg, com o nível de triptofano digestível correspondente a uma relação com a lisina digestível de 16,5%.

Entretanto, este resultado diverge dos obtidos por Hahn et al. (1995) e Guzik et al. (2005), que observaram melhores respostas de desempenho e de características de carcaça de suínos em terminação em níveis de triptofano digestível cujas relações com a lisina digestível ficaram entre 20 e 22% e com as relações de 19 e 20% entre esses aminoácidos; relações estas propostas por Hahn & Backer (1995) e Rostagno et al. (2005) na proteína ideal para suínos em terminação.

Essas divergências de resultados entre os trabalhos podem estar relacionadas, entre outros fatores, a diferenças no desafio imunológico dos animais utilizados. Esta proposição foi fundamentada nos relatos de Le Floc'h et al. (2004) e de Melchior et al. (2004), de que as exigências de alguns aminoácidos, entre eles o triptofano e não a lisina, seriam aumentadas durante a estimulação do sistema imune dos suínos.

Conclusão

O nível de 0,128% de triptofano digestível, correspondente a uma relação triptofano:lisina digestíveis de 16%, proporcionou os melhores resultados de desempenho e de características de carcaça de suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne magra na carcaça dos 60 aos 95 kg.

Referências bibliográficas

- 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.; PEGANOVA, S. Tryptophan requirement of growing pigs at various body weights. **Journal Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.87, p.336-346, 2003.
- FREMAUT, D & SCHRIJVER, D.R. Tryptophan supplementation of diets for growing-finishing pigs. **Revue de l'Agriculture**, v.43, p.761-768, 1990.
- GUZIK, A.C.; SHELTON, J.L.; SOUTHERN, L.L.; KERR, B.J.; BIDNER, T.D. The tryptophan requirement of growing and finishing barrows. **Journal of Animal Science**, v.83, p.1303 - 1311, 2005.
- HAHN, J.D & BAKER, D. Optimum ratio to lysine of threonine, tryptophan, and sulfur amino acids for finishing swine. **Journal of Animal Science**, v.73, p.482-489, 1995.
- 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 & SEVE, B. Prise en compte de l'excès alimentaire d'acides aminés neutres pour la correction de l'équilibre do tryptophane, par rapport a la lysine, chez le porc en croissance. **Journal Recm. Porcine**, v.25, p.247-253, 1993.

- HENRY, Y.; SÈVE, B.; COLLÉAUX, Y.; GANIER, P.; SALIGAUT, C.; JÉGO, P. 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.; SÈVE, B.; MOUNIER, A.; GANIER, P. Growth performance and brain neurotransmitters in pigs as affected by tryptophan, protein, and sex. **Journal of Animal Science**, v.74, p.2700-2710, 1996.
- KENDALL, D.C.; KERR, B.J.; BOYD, R.D.; FRANK, J.W.; GAINES, G.; RATLIFF, R.W.; ALLE, G.L. Determination of the TID tryptophan:lysine ratio for 90 kg barrows. **Journal of Animal Science**, v.81, (suppl. 1), 2003. (abstr.).
- 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.; OLIVEIRA, R.F.M.; KILL, J.L.; FREITAS, E.F. 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, 2003, p.35-54.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C., FERREIRA, A.S.; OLIVEIRA, R.F.M.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: Composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa, MG:DZO/UFV, p.141, 2005.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; FERREIRA, A.S.; OLIVEIRA, R.F.M.; LOPES, D.C. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: Composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa, MG:UFV, 2000. 141p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA (UFV). 2000. **SAEG. (Sistemas de análises Estatísticas e Genéticas)**. Viçosa, MG (Versão 8.0).