

LOURDES ROMÃO APOLÔNIO

**NÍVEIS DE TRIPTOFANO DIGESTÍVEL EM RAÇÕES PARA SUÍNOS  
DOS 5 AOS 60 KG**

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

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2007

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

T

A644n  
2007

Apolônio, Lourdes Romão, 1976-  
Níveis de triptofano digestível em rações para suínos  
dos 5 aos 60 Kg / Lourdes Romão Apolônio. – Viçosa,  
MG, 2007.

xi, 56f. : il. ; 29cm.

Orientador: Juarez Lopes Donzele.  
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.  
Inclui bibliografia.

1. Suínos - Nutrição. 2. Suínos - Desempenho.  
3. Triptofano na nutrição animal. 4. Aminoácidos  
digestíveis. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 636.4855

LOURDES ROMÃO APOLÔNIO

**NÍVEIS DE TRIPTOFANO DIGESTÍVEL EM RAÇÕES PARA SUÍNOS  
DOS 5 AOS 60 KG**

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

**APROVADA:** 17 de agosto de 2007.

---

**Prof<sup>a</sup>. Rita Flávia M. de Oliveira  
(Co-Orientadora)**

---

**Prof. Aloízio Soares Ferreira  
(Co-Orientador)**

---

**Dr. André Viana Coelho de  
Souza**

---

**Pesq. Francisco Carlos de Oliveira  
Silva**

---

**Prof. Juarez Lopes Donzele  
(Orientador)**

A Deus, ser supremo,  
Aos meus pais Valdir e Alice, pelo apoio e amor incondicionais,  
Ao meu padrinho Raimundo, por acreditar em mim,  
Aos meus irmãos e às minhas irmãs, pelo carinho,  
Ao Silvano, pelo amor e pelo incentivo,  
Dedico.

## **AGRADECIMENTOS**

A Universidade Federal de Viçosa (UFV), especialmente ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo.

Ao professor Juarez Lopes Donzele, pelos valiosos ensinamentos, pela orientação, pelo estímulo e pela amizade.

Aos professores conselheiros Rita Flávia Miranda de Oliveira e Aloízio Soares Ferreira, pelas valiosas sugestões, que possibilitaram o aprimoramento deste estudo.

Aos membros da banca examinadora, os pesquisadores Francisco Carlos de Oliveira Silva e André Viana Coelho de Souza, pela atenção, pelas sugestões, pelo apoio e, principalmente, pela amizade.

Aos colaboradores Ana Paula, Alysson, Rubens, Rita de Cássia e Luís Otávio, pelo auxílio na condução dos trabalhos de campo.

Aos funcionários do Setor de Suinocultura da UFV, Francisco Ilário (“Chico”), Francisco Ferreira (“Marreco”), José Lopes (“Bié”), Raimundo, Sebastião (“Tião”), Vítor e Roberto, pelo apoio e pela amizade.

Em especial, ao funcionário e amigo José Alberto “Dedeco”, pela dedicação, pelo companheirismo e pelo apoio na realização deste trabalho.

Aos funcionários do Setor de Avicultura da UFV, Adriano, Elísio, Josélino e Mauro pela colaboração e amizade.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal, especialmente ao Monteiro e Fernando, pelo auxílio, pela amizade e agradável convívio.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, em especial a Adilson, Celeste, Márcia, pelo apoio e pela amizade.

Aos estudantes da Pós-Graduação, Ana Paula, Alysson, Lidson, Fabrício, Fellipe Freitas, Felipe Barbosa, Will, Mariana, Márvio, pela amizade e pelo agradável convívio em diversos momentos de estudo e confraternização.

Ao estudante de Doutorado Silvano Bünzen, pelo apoio, pela amizade e pelo amor que me deu forças para continuar sempre.

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

## **BIOGRAFIA**

LOURDES ROMÃO APOLÔNIO, filha de Valdir Soares Apolônio e Alice Romão Soares, nasceu em Viçosa, MG, em 17 de maio de 1976.

Em março de 1994, iniciou o curso de graduação em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa (UFV), concluindo-o em agosto de 1999.

Em seguida, ingressou no Programa de Pós-Graduação da UFV, em nível de Mestrado, em Zootecnia, na área de Nutrição de Monogástricos, submetendo-se à defesa de tese em setembro de 2001.

Em agosto de 2003, iniciou o curso de Doutorado em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa (UFV), concluindo-o em agosto de 2007.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
RESUMO .....	vii
ABSTRACT .....	ix
CAPÍTULO I .....	1
INTRODUÇÃO GERAL .....	1
REVISÃO DE LITERATURA .....	3
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	8
CAPÍTULO II .....	10
Níveis de Triptofano Digestível em Rações para Leitões dos 5 aos 15 kg .....	11
Resumo .....	11
Abstract .....	12
Introdução .....	13
Material e métodos .....	14
Resultados e discussão .....	19
Conclusão .....	23
Referências bibliográficas .....	24

CAPÍTULO I II .....	26
Níveis de Triptofano Digestível em Rações para Suínos Machos Castrados dos 15 aos 30 kg.....	27
Resumo.....	27
Abstract.....	28
Introdução .....	29
Material e métodos.....	31
Resultados e discussão .....	35
Conclusão .....	39
Referências bibliográficas .....	340
 CAPÍTULO IV.....	 42
Níveis de Triptofano Digestível em Rações para Suínos Machos Castrados dos 30 aos 60 kg.....	43
Resumo.....	43
Abstract.....	44
Introdução .....	45
Material e métodos.....	47
Resultados e discussão .....	51
Conclusão .....	54
Referências bibliográficas .....	55

## RESUMO

APOLÔNIO, Lourdes Romão, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2007. **Níveis de triptofano digestível em rações para suínos dos 5 aos 60 kg.** Orientador: Juarez Lopes Donzele. Co-Orientadores: Rita Flávia Miranda de Oliveira e Aloízio Soares Ferreira.

Três experimentos foram realizados para avaliar o efeito dos níveis de triptofano digestível da ração sobre o desempenho e deposição de proteína na carcaça de suínos dos 5 aos 60 kg. No primeiro experimento foram utilizados 105 leitões mestiços, machos e fêmeas, desmamados aos 21 dias de idade e peso médio inicial de  $5,80 \pm 0,69$  kg e final de  $15,30 \pm 1,40$  kg, distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco tratamentos (0,254; 0,273; 0,292; 0,310 e 0,329% de triptofano digestível, correspondendo às relações de 17,25; 18,50; 19,75; 21,00 e 22,25% com a lisina digestível, sete repetições e três animais por unidade experimental. Constataram-se efeito quadrático dos níveis de triptofano digestível sobre o ganho de peso e consumo de ração. A conversão alimentar melhorou de forma linear com o aumento dos níveis de triptofano digestível. Concluiu-se que o nível de 0,295% de triptofano digestível, correspondente a uma relação triptofano:lisina

digestíveis de 20,0%, proporciona os melhores resultados de desempenho de leitões dos 5 aos 15 kg. No segundo experimento foram utilizados 60 suínos mestiços, machos, com peso médio inicial de  $15,50 \pm 1,15$  kg e final de  $30,60 \pm 1,35$  kg, distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco tratamentos (0,149; 0,158; 0,168; 0,177 e 0,187% de triptofano digestível, correspondendo às relações 16,0; 17,0; 18,0; 19,0 e 20,0% com a lisina digestível, seis repetições e dois animais por unidade experimental. Constatou-se efeito quadrático dos níveis de triptofano digestível sobre o ganho de peso. A conversão alimentar melhorou de forma linear com o aumento dos níveis de triptofano digestível. Concluiu-se que o nível de 0,175% de triptofano digestível, correspondente a uma relação de 19,0%, proporciona os melhores resultados de desempenho de suínos machos castrados dos 15 aos 30 kg. No terceiro experimento foram utilizados 50 suínos mestiços, machos, com peso médio inicial de  $29,7 \pm 1,20$  kg e final de  $60,4 \pm 1,95$  kg, distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco tratamentos (0,125; 0,133; 0,141; 0,149 e 0,157% de triptofano digestível) correspondendo às relações de 15,0; 16,0; 17,0; 18,0 e 19,0% com a lisina digestível, cinco repetições e dois animais por unidade experimental. Constataram-se efeitos lineares dos níveis de triptofano digestível sobre ganho de peso, consumo de ração e consumo de triptofano digestível. Concluiu-se que o nível de 0,157% de triptofano digestível, correspondente a uma relação triptofano:lisina digestíveis de 19,0%, proporciona os melhores resultados de desempenho de suínos machos castrados dos 30 aos 60 kg.

## ABSTRACT

APOLÔNIO, Lourdes Romão, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, August of 2007. **Digestible tryptophan levels in diets for pigs from 5 to 60 kg.** Adviser: Juarez Lopes Donzele. Co-Advisers: Rita Flávia Miranda de Oliveira and Aloízio Soares Ferreira.

Three experiments were conducted to evaluate the effect of dietary digestible tryptophan levels on performance and carcass protein deposition of swine from 5 to 60 kg. In the first experiment 105 crossbred piglets, males and females, weaned at 21 days of age and with average initial and final weight of  $5.80 \pm 0.69$  kg and  $15.30 \pm 1.40$  kg, respectively, were allotted to a completely randomized experimental block design, composed by five treatments (0.254, 0.273, 0.292, 0.310, and 0.329% of digestible tryptophan, corresponding to the relationships of 17.25, 18.50, 19.75, 21.00, and 22.75% to digestible tryptophan:lysine ratios), seven replicates and three animals per experimental unit. Quadratic effect of digestible tryptophan levels on body weight gain and feed intake was observed. Feed:gain ratio linearly decreased as the digestible tryptophan levels increased. It was concluded that the level of 0.295% of

digestible tryptophan, corresponding to a relationship of 20.0% to digestible lysine, provided the best result of body weight gain for piglets from 5 to 15 kg. In the second experiment, 60 crossbred male castrated pigs, with average initial and final body weights of  $15.50 \pm 1.15$  kg and  $30.60 \pm 1.35$  kg, respectively, were assigned to a completely randomized experimental block design, composed by five treatments (0.149, 0.158, 0.168, 0.177, and 0.187% of digestible tryptophan), corresponding to the relationships of 16, 17, 18, 19, and 20% to digestible lysine, six replicates and two animals per experimental unit. Quadratic treatment effect on body weight gain was detected. Feed:gain ratio linearly decreased as the digestible tryptophan levels increased. It was concluded that the level of 0.175% of digestible tryptophan, corresponding to a relationship of 18.82% to digestible lysine, provide the best result of body weight gain for pigs from 15 to 30 kg. In the third experiment, 50 crossbred male castrated pigs, with average initial body weight of  $29.7 \pm 1.20$  kg and final average weight of  $60.4 \pm 1.95$  kg, respectively, were allotted to a completely randomized experimental block design, composed by five treatments (0.125, 0.133, 0.141, 0.149, and 0.157% of digestible tryptophan, corresponding to the relationships of 15, 16, 17, 18, and 19% to digestible lysine), five replicates and two animals per experimental unit. Linear effect of digestible tryptophan levels on body weight gain, feed intake and digestible tryptophan intake was observed. It was concluded that the level of 0.157% of digestible tryptophan, corresponding to a relationship of 19.0% to digestible lysine, provided the best performance results for piglets from 30 to 60 kg.

# CAPÍTULO I

## INTRODUÇÃO GERAL E REVISÃO DE LITERATURA

### 1. INTRODUÇÃO GERAL

Nos últimos anos, vários estudos têm sido conduzidos para determinação das exigências de aminoácidos dos suínos nas diversas fases de crescimento. As exigências dos primeiros aminoácidos limitantes como lisina, treonina e aminoácidos sulfurados na nutrição de suínos têm sido mais estudados. Entretanto, existem menos estudos considerando a exigência de triptofano digestível para os suínos, e este aminoácido, dependendo dos ingredientes utilizados na formulação das dietas, pode se tornar o segundo ou terceiro aminoácido limitante para os suínos (Guzik et al., 2005).

As informações contidas em NRC (1998) dão conta que as exigências de triptofano digestível variam entre 0,10 a 0,24% para suínos dos 3 aos 120 kg, enquanto que as contidas em Rostagno et al. (2005) apontam que as exigências variam entre 0,13 a 0,26% para suínos de médio desempenho dos 4 aos 100 kg. As variações entre os valores de exigência estimados que constam nas tabelas anteriormente citadas podem ser explicadas em função das diferenças de genótipo, ambiente, sexo, peso e idade dos animais, teor

protéico da dieta e disponibilidade do triptofano no alimento (Guzik et al, 2002; 2005).

Diferentemente da lisina, que é principalmente utilizada para a deposição de proteínas, o triptofano é necessário para a síntese e retenção de proteína corporal e também este aminoácido é precursor de alguns metabólitos importantes, tais como serotonina, ácido nicotínico e melatonina (Jansman, 2001). Por isso, a deficiência de triptofano em dietas para suínos pode induzir efeitos depressivos no consumo voluntário de alimento e, conseqüentemente, reduzir o crescimento (Burgoon et al., 1992; Han et al., 1993).

Como o triptofano sintético está disponível no mercado e com a utilização do conceito de proteína ideal na formulação de dietas, torna-se necessário se obter informação sobre a exigência de triptofano para suínos nas diferentes fases de crescimento em especial porque os suínos têm sofrido mudanças devido a mudanças genéticas. Neste sentido, foram conduzidos três trabalhos para avaliar níveis de triptofano digestível em rações para suínos dos 5 aos 60 kg.

Esta tese foi redigida em capítulos de acordo com as normas para elaboração de tese da Universidade Federal de Viçosa e os capítulos foram redigidos de forma adaptada às normas para publicação de artigos técnico-científicos da Revista Brasileira de Zootecnia.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

A utilização dos conceitos de proteína ideal e de digestibilidade de aminoácidos tem possibilitado aos nutricionistas a formulação de rações com perfil adequado de aminoácidos, de forma a atender as exigências de todos os aminoácidos necessários à perfeita manutenção e crescimento dos suínos (Chung e Baker, 1992). A aplicação desses conceitos possibilita a formulação de rações com níveis protéicos mais baixos, desde que seja considerado o perfil ideal de aminoácidos, por meio da suplementação com aminoácidos sintéticos, sem prejuízos para o desempenho animal.

O excesso de proteína na ração, além de poder causar desequilíbrio entre os aminoácidos, pode provocar gasto adicional de energia para eliminar os aminoácidos excedentes, reduzindo assim, a eficiência alimentar dos animais (Henry et al., 1992). Outro aspecto negativo do fornecimento de dieta com alto teor de proteína é o aumento da excreção de compostos nitrogenados, causando prejuízos para o ambiente (Fialho et al., 2002).

A excreção de nitrogênio proveniente da produção animal tem representado um sério risco à saúde humana através da poluição por amônia

ou nitratos/nitritos no solo e na água. Assim, vários autores têm avaliado a redução do teor protéico das rações sobre o desempenho e excreção dos nutrientes dos animais. Kerr e Easter (1995) verificaram diminuição expressiva no nitrogênio excretado com redução de quatro unidades percentuais de proteína bruta da dieta de suínos em crescimento, com suplementação de lisina, treonina e triptofano.

O triptofano tem sido considerado o segundo ou terceiro aminoácido limitante em dietas práticas para suínos (Guzik et al., 2002). Em dietas formuladas principalmente a base de milho, o triptofano torna-se o primeiro aminoácido limitante devido ao seu baixo teor e disponibilidade no alimento (Baker et al., 1969).

A deficiência de triptofano na dieta de suínos tem sido relacionada com a depleção severa do consumo voluntário de alimento e, conseqüentemente, no desempenho animal (Henry et al., 1992; Sève et al., 1991). Essa influência específica do triptofano sobre o consumo de alimento pode ser atribuída ao seu papel como precursor da serotonina, um dos neurotransmissores envolvidos na regulação do consumo (Henry et al., 1992).

A produção da serotonina ocorre no cérebro por meio da oxidação do triptofano, atuando em vias que se relacionam com o sono e com a percepção sensorial (Smith e Hill, 1988). 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.

Henry et al. (1996) observaram que o fornecimento de ração com menor teor de triptofano piorou o ganho de peso e consumo de ração de suínos em terminação, sendo que depressão mais acentuada foi verificada em fêmeas do

que quando comparados a machos castrados. Segundo os autores, esta diferença pode ser atribuída à maior exigência de aminoácido pelas fêmeas quando comparada aos machos castrados, induzindo a um suprimento crítico de aminoácidos em decorrência do menor consumo de alimento.

O triptofano compete com aminoácidos neutros de cadeia longa – LNAA (isoleucina, leucina, valina, tirosina e fenilalanina) por compartilharem o mesmo sistema de transporte para passagem através da barreira hemato-cefálica (Henry et al., 1992). Dessa forma, a relação entre triptofano e LNAA no plasma pode ter influência na síntese de serotonina no hipotálamo, atuando assim, como modulador do consumo de alimento em suínos.

Henry et al. (1996), conduzindo pesquisa para avaliar a interação entre níveis de proteína e triptofano para suínos dos 38 aos 53 kg, resultando em diferentes relações triptofano:LNAA, observaram que a menor relação diminuiu severamente o consumo alimentar, o ganho de peso e a eficiência alimentar dos animais. Nesse sentido, Henry e Sève (1993) relataram que o conteúdo de triptofano na ração deveria ser superior a 4% da soma dos LNAA para prevenir redução no consumo.

Segundo Henry et al. (1996), o antagonismo existente entre triptofano e aminoácidos neutros é verificado de forma mais pronunciada em fêmeas que em machos castrados. Uma provável explicação para a maior sensibilidade das fêmeas ao desequilíbrio entre esses aminoácidos está na distribuição diferenciada da serotonina no cérebro em relação aos machos (Henry et al., 1996).

Contudo, a influência do triptofano no controle do consumo de alimento também pode estar relacionada à estimulação da produção e secreção da

grelina, hormônio que atua aumentando a secreção do GH, além de aumentar o apetite em animais e humanos.

Nesse sentido, Zhang et al. (2006) avaliaram o nível de grelina no plasma sanguíneo de leitões consumindo dieta com diferentes níveis de triptofano e verificaram maiores níveis do hormônio para os animais que receberam maiores teores de triptofano na dieta.

Além da sua influência sobre o consumo alimentar e no desempenho dos animais, também tem sido observados efeitos do triptofano sobre conformação de carcaça e qualidade da carne dos suínos. Henry et al. (1992) relataram aumento no pH da carne, tanto pós-abate como pós-resfriamento, de suínos alimentados com dietas deficientes em triptofano. Já Adeola & Ball (1992) constataram que a suplementação adequada de triptofano na dieta reduz a incidência de PSE na carne, devido principalmente, à redução do estresse proporcionada pelo aumento da síntese de serotonina no cérebro.

Além dos fatores relatados anteriormente, deve-se considerar ainda que o triptofano é um dos principais intermediários utilizados pelo sistema imunológico. A exposição à antígenos infecciosos ou não-infecciosos pode impedir que os animais expressem seu potencial de crescimento, uma vez que mudanças metabólicas resultantes da ativação do sistema imune podem modificar a exigência de aminoácidos do animal.

Melchior et al. (2004) observaram que o triptofano foi o único aminoácido essencial que apresentou redução significativa na concentração no plasma sanguíneo de suínos com ativação do sistema imune, sugerindo que a utilização desse aminoácido pode ser aumentada para satisfazer a exigência de defesa do organismo animal.

O sexo é outro fator que influencia a deposição de proteína em suínos. Em um sistema de produção, os animais em crescimento e terminação estão divididos em três categorias sexuais: machos inteiros, machos castrados e fêmeas. De modo geral, os diferentes grupos sexuais apresentam desempenhos diferenciados em virtude da alimentação (Ekstron, 1991), o que comprovaria que as exigências nutricionais dos grupos sexuais são também diferentes.

Animais na fase inicial de crescimento parecem não possuir exigências nutricionais distintas de acordo com o sexo. Moretto et al. (2000) não verificaram variação na exigência de lisina de leitões, machos inteiros e fêmeas, dos 15 aos 30 kg.

De acordo com Fuller (1985), as exigências diferenciadas entre os sexos dependem do estágio de desenvolvimento em que são observadas as variáveis, uma vez que essas diferenças resultam das mudanças endócrinas que acompanham o desenvolvimento sexual e o potencial de crescimento.

Os efeitos do sexo são mais evidenciados quando os animais atingem peso próximo aos 30 kg e durante a fase de crescimento e terminação, onde as diferenças são mais marcantes, principalmente nas fêmeas que atingem o platô de sua capacidade de deposição de proteína mais cedo que os machos (Pupa et al., 2001).

## 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**, 70:1888-1894. 1992.
- BAKER, D.H.; BECKER, D.H.; NORTON, H.W. et al. Lysine imbalance of corn protein in the growing pig. **Journal of Animal Science**. v. 28, p. 23-26. 1969.
- 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.
- CHUNG, T.K. & BAKER, D.H. **Ideal protein for swine and poultry**. Biokroma technology. V. 4. Nutri-Quest, Inc., Chesterfield, MO, 1992.
- FIALHO, E.T.; RODRIGUES, P.B.; SILVA, H.O. et al. Redução da poluição ambiental por dejetos de suínos: Aspectos Nutricionais. Simpósio sobre Manejo e Nutrição de Aves e Suínos e Tecnologia da Produção de Rações. **Anais...** Campinas. p. 63-88. 2002.
- 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.
- GUZIK, A.C.; SOUTHERN, L.L.; BIDNER, T.D. et al. The tryptophan requirement of nursery pigs. **Journal of Animal Science**. v. 80. p. 2646-2655. 2002.

- HAN, Y.; CHUNG, T.K.; BAKER, D.H. Tryptophan requirement of pigs in the weight category 10 to 20 kilograms. **Journal of Animal Science**. v. 71. p. 139-143. 1993.
- 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 voluntary feed intake and growth performance in pigs. **Journal of Animal Science**. v. 70, p. 1873-1887. 1992.
- 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.
- JANSMAN, A.J.M. **Necesidades y utilización del triptófano en animales monogástricos**. XVI Curso de Especialización FEDNA: AVANCES EN NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN ANIMAL. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Eds.: P.G<sup>a</sup>. Rebollar, C. de Blas y G.G. Mateos. Fira de Barcelona, España. 2000.
- KERR, B.J. & EASTER, R.A. Effect of feeding reduced protein, amino acid-supplemented diets on nitrogen and energy balance in grower pigs. **Journal of Animal Science**. 73:3000-3008. 1995.
- 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. 1091-1099, 2004.
- MORETTO, V; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Níveis de lisina para suínos, da raça Landrace, de 15 a 30 kg de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p. 803-809, 2000.
- NACIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of swine**. 3. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1998. 189p.
- 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: UFV, 2005. 141p.
- SMITH, E. L. & HILL, R. L. **Bioquímica Mamíferos**. Rio de janeiro, RJ, p. 104 – 105,1988.
- ZHANG, G.; YIN, J.; LI, D. et al. Tryptophan enhances ghrelin expression and secretion associated with increased food intake and weight gain in weanling pigs. **Domestic Animal Endocrinology** 33, p.47-61. 2006.

## **CAPÍTULO II**

## NÍVEIS DE TRIPTOFANO DIGESTÍVEL EM RAÇÕES PARA LEITÕES DOS 5 AOS 15 Kg

**Resumo** – Objetivando-se avaliar o efeito dos níveis de triptofano digestível sobre o desempenho e deposição de proteína na carcaça de suínos foram utilizados 105 leitões mestiços, machos e fêmeas, desmamados aos 21 dias de idade e peso médio inicial de  $5,80 \pm 0,69$  e  $15,30 \pm 1,40$  kg, distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco tratamentos (0,254; 0,273; 0,292; 0,310 e 0,329% de triptofano digestível, correspondendo às relações de 17,25; 18,50; 19,75; 21,00 e 22,25% com a lisina digestível), sete repetições e três animais por unidade experimental. Foi observado efeito quadrático dos níveis de triptofano digestível da ração sobre o ganho de peso que aumentou até o nível estimado de 0,295% de triptofano digestível e sobre o consumo de ração, que aumentou até o nível de 0,288%. A conversão alimentar melhorou de forma linear com o aumento dos níveis de triptofano digestível da dieta. Concluiu-se que o nível de 0,295% de triptofano digestível, correspondente a uma relação triptofano:lisina digestíveis de 20,0%, proporciona o melhor resultado de ganho de peso de leitões dos 5 aos 15 kg.

Palavras-chave: deposição de proteína, proteína ideal, relação aminoacídica.

## DIGESTIBLE TRYPTOPHAN LEVELS IN DIETS FOR PIGLETS FROM 5 TO 15 KG

**Abstract** – One hundred and five crossbred piglets, males and females, weaned at 21 days of age and with average initial and final weight of  $5.80 \pm 0.69$  and  $15.30 \pm 1.40$  kg respectively, were used to evaluate the effect of digestible tryptophan levels on performance and carcass protein deposition. The animals were allotted to a completely randomized experimental block design, composed by five treatments (0.254; 0.273; 0.292; 0.310 e 0.329% of digestible tryptophan), corresponding to the relationships of 17.25; 18.50; 19.75; 21.00 e 22.25% of digestible tryptophan:lysine ratios, seven replicates and three animals per experimental unit. The diets and water were supplied ad libitum. Treatment quadratic effects on body weight gain, that increased until 0.285% of digestible tryptophan level, and on the feed intake, that increased until 0.288% of digestible tryptophan level, were observed. Feed:gain ratio linearly decreased as the tryptophan levels increased. It was concluded that the level of 0.285% of digestible tryptophan, corresponding to a relationship of 20.0% to digestible lysine, provided the best result of body weigh gain for piglets from 5 to 15 kg.

Key-words: amino acidic ratio, ideal protein, protein deposition.

## Introdução

A aplicação dos conceitos de proteína ideal e de digestibilidade de aminoácidos tem possibilitado aos nutricionistas a formulação de rações com níveis protéicos mais baixos, sem prejuízo no desempenho, desde que seja considerado o perfil ideal de aminoácidos, por meio da suplementação com aminoácidos sintéticos.

O triptofano, juntamente com a lisina, metionina e treonina, pode se tornar limitante em algumas circunstâncias práticas em rações de leitões e de suínos em crescimento (Jansman, 2001).

Similarmente aos demais aminoácidos essenciais, o triptofano é um nutriente importante para a síntese de proteína corporal. Além disso, o triptofano participa da síntese de substâncias que exercem importantes funções no metabolismo animal e sua deficiência pode ocasionar efeito depressor no consumo voluntário de ração e, conseqüentemente, no desempenho animal.

Os valores preconizados por NRC (1998) de exigência de triptofano digestível varia de 0,18 a 0,24% para suínos dos 3 aos 20 kg, enquanto Rostagno et al. (2005) preconizam valores de 0,23 a 0,26% para as categorias de 4 a 15 kg. Entretanto, Eder et al. (2001) obtiveram estimativa de exigência de triptofano substancialmente inferior (0,16%) para suínos dos 7,7 aos 24 kg.

As variações entre os valores de exigência estimados podem ser devidas às diferenças de genótipo, teor protéico da dieta e digestibilidade do triptofano no alimento (Guzik et al., 2005).

Assim, verifica-se a necessidade de se avaliar níveis de triptofano digestível na ração para leitões dos 5 aos 15 kg.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido na creche do Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa – MG, no período de fevereiro a junho de 2004.

Foram utilizados 105 leitões mestiços, machos castrados e fêmeas, desmamados aos 21 dias de idade, peso médio inicial de  $5,80 \pm 0,69$  kg, distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco tratamentos (0,254; 0,273; 0,292; 0,310 e 0,329% de triptofano digestível, correspondentes às relações com lisina digestível de 17,25; 18,50; 19,75; 21,00 e 22,25%), sete repetições e três animais por gaiola, que foi considerada a unidade experimental. Na formação dos blocos foi levado em consideração o peso inicial e o grau de parentesco dos animais e foi adotado como critério que cada unidade experimental tivesse pelo menos um animal de cada sexo.

Os animais foram alojados em gaiolas contendo comedouros semi-automáticos e bebedouros tipo chupeta, em galpão de alvenaria com piso de concreto e coberto com telhas de amianto.

Foi utilizado um termômetro de máxima e mínima, colocado no interior do galpão, para registro diário da temperatura.

As rações experimentais isoenergéticas e isonitrogenadas foram formuladas para atender as exigências dos animais em energia, minerais, vitaminas e aminoácidos, de acordo com o contido em Rostagno et al. (2000), com exceção do triptofano, e suas composições centesimais e calculadas encontram-se apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Composições centesimais e calculadas das rações experimentais

Ingredientes (%)	Níveis de triptofano digestível (%)				
	0,254	0,273	0,292	0,310	0,329
Milho	41,449	41,449	41,449	41,449	41,449
Farelo de soja	22,930	22,930	22,930	22,930	22,930
Leite em pó	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
Soro de leite	9,755	9,755	9,755	9,755	9,755
Plasma sanguíneo	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
Ácido fumárico	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
Ácido glutâmico	0,200	0,170	0,140	0,110	0,080
Amido	0,050	0,059	0,070	0,080	0,090
Açúcar	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
BHT	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
DL-Metionina	0,213	0,213	0,213	0,213	0,213
L-Isoleucina	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070
L-Lisina	0,306	0,306	0,306	0,306	0,306
L-Treonina	0,197	0,197	0,197	0,197	0,197
L-Triptofano	-	0,021	0,040	0,060	0,080
L-Valina	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
Óleo vegetal	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
Óxido de zinco	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
Fosfato bicálcico	1,342	1,342	1,342	1,342	1,342
Calcário	0,673	0,673	0,673	0,673	0,673
Premix Vitamínico <sup>1</sup>	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Premix Mineral <sup>2</sup>	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Virginiamicina	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Composição calculada <sup>3</sup>	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Proteína bruta (%)	22,150	22,150	22,150	22,150	22,150
Energia metabolizável (Mcal/kg)	3,360	3,360	3,360	3,360	3,360
Lactose (%)	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
Lisina total (%)	1,619	1,619	1,619	1,619	1,619
Lisina digestível (%)	1,478	1,478	1,478	1,478	1,478
Triptofano total (%)	0,285	0,306	0,325	0,344	0,364
<b>Triptofano digestível (%)</b>	<b>0,254</b>	<b>0,273</b>	<b>0,292</b>	<b>0,310</b>	<b>0,329</b>
Met+cis digestível (%)	0,765	0,765	0,765	0,765	0,765
Valina digestível (%)	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010
Fenilal + tirosina digestível (%)	1,657	1,657	1,657	1,657	1,657
Isoleucina digestível (%)	0,855	0,855	0,855	0,855	0,855
Treonina digestível (%)	0,833	0,833	0,833	0,833	0,833
Sódio (%)	0,246	0,246	0,246	0,246	0,246
Cálcio (%)	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900
Fósforo disponível (%)	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
<b>Relação trp:lis digestíveis</b>	<b>17,25</b>	<b>18,50</b>	<b>19,75</b>	<b>21,00</b>	<b>22,25</b>

<sup>1</sup> Contém por kg: 6.000.000 UI de Vit. A, 1.500.000 UI de Vit. D<sub>3</sub>, 15.000.000 UI de Vit. E, 1,35 g Vit. B<sub>1</sub>, 4 g de Vit. B<sub>2</sub>, 2 g de Vit. B<sub>6</sub>, 9,35 g de Ac. pantotênico, 1,5 g Vit. K<sub>3</sub>, 20,0 g de Ac. nicotínico, 20,0 g de Vit. B<sub>12</sub>, 0,6 g de Ac. fólico, 0,08 g de Biotina, 1,5 g de Iodo, 0,3 g de Selênio e excipiente q. s. p., 1000 g.

<sup>2</sup> Contém por kg: 100 de Fe, 10 g de Cu, 1 g de Co, 40 g de Mn, 100 g de Zn excipiente q.s.p., 1000 g.

<sup>3</sup> Composição calculada segundo Rostagno et al. (2000).

Para garantir que nenhum outro aminoácido essencial, que não o triptofano, ficasse deficiente nas rações, as relações desses aminoácidos com a lisina na base digestível ficaram dois pontos percentuais acima daquelas preconizadas na proteína ideal para animais na mesma fase em Rostagno et al. (2000).

Os diferentes níveis de triptofano das rações foram obtidos a partir da inclusão de L-triptofano em substituição ao ácido glutâmico, proporcional às suas concentrações de nitrogênio.

As rações experimentais usadas de 22 a 35 dias dos animais continham óxido de zinco que foi substituído por inerte (areia) a partir dos 36 dias até o final do experimento.

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

Os animais foram pesados no início e no final do experimento para determinação do ganho de peso. As rações foram pesadas sempre que fornecidas aos animais e as sobras pesadas diariamente, para determinação do consumo e conversão alimentar.

Ao final do período experimental, quando os animais atingiram  $15,30 \pm 1,40$  kg, um animal de cada unidade experimental com peso mais próximo da média da unidade, após jejum alimentar de 24 horas, foi abatido por sangramento, depilado e eviscerado. As carcaças inteiras, incluindo pés e cabeça, foram pesadas e após a metade das carcaças foram armazenadas em câmara fria a  $4^{\circ}\text{C}$  por 24 horas. Após o resfriamento, as meias-carcaças foram trituradas em "cutter" comercial de 30 HP e 1775 revoluções por minuto. Após homogeneização, foram retiradas amostras de aproximadamente 500 g,

as quais foram conservadas a  $-12^{\circ}\text{C}$ , para posteriores análises com fins de determinação da taxa de deposição de proteína.

Um grupo adicional de cinco animais com peso médio de  $5,40 \pm 0,65$  kg foi abatido no início do experimento, para determinação da composição de proteína da carcaça dos animais.

As análises bromatológicas das rações e das carcaças foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV, de acordo com metodologia descrita por Silva (1990).

Os parâmetros avaliados foram: ganho de peso diário (GPD), consumo de ração diário (CRD), conversão alimentar (CA), consumo de triptofano digestível diário (CTD) e deposição de proteína (DP).

Utilizou-se o seguinte modelo matemático:

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

Onde:

$Y_{ijk}$  = característica observada

$\mu$  = 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  $5$ ;

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

As variáveis de desempenho e a deposição de proteína 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.

Os níveis de triptofano digestível da ração que proporcionou os melhores resultados de desempenho e deposição de proteína foram determinados por meio de análises de regressão linear e quadrática, conforme melhor ajuste.

## Resultados e Discussão

Durante o período experimental, a temperatura mínima e máxima no interior do galpão manteve-se em  $24,3 \pm 0,87^{\circ}\text{C}$  e  $28,0 \pm 1,82^{\circ}\text{C}$ , respectivamente.

Os resultados de consumo de ração diário, ganho de peso diário, conversão alimentar, consumo de triptofano digestível diário e deposição de proteína de leitões dos 5,8 aos 15,3 kg, recebendo rações com diferentes níveis de triptofano digestível, estão apresentados na Tabela 2.

Foi observado efeito ( $P < 0,05$ ) dos níveis de triptofano digestível sobre o ganho de peso diário, que aumentou de forma quadrática até o nível estimado de 0,295%, correspondente à relação de triptofano:lisina digestíveis de 20,0%. A representação gráfica deste efeito pode ser visualizada na figura 1.

Resultado semelhante foi obtido por Burgoon et al. (1992) que, avaliando níveis de triptofano digestível (0,13 a 0,25%) para leitões na mesma categoria de peso, em que a relação triptofano:lisina digestíveis variou de 10 a 18%, verificaram aumento do ganho de peso dos animais com o aumento dos níveis de triptofano na dieta. Efeito positivo dos níveis de triptofano sobre o ganho de peso de leitões de 6,3 aos 10,2 kg e dos 10,2 aos 15,7 kg também foi observado por Guzik et al. (2002).

O nível de triptofano digestível (0,295%) que proporcionou a melhor resposta para ganho de peso diário dos leitões ficou acima daquele de 0,220% preconizado no NRC (1998) e daquele de 0,226% recomendado em Rostagno et al. (2005) para leitões dos 7 aos 15 kg.

Tabela 2 – Desempenho, consumo de triptofano digestível e deposição de proteína na carcaça de leitões dos 5,8 aos 15,3 kg, em função dos níveis de triptofano digestível das rações experimentais.

Variáveis	Níveis de triptofano digestível (%)					CV (%)
	0,254	0,273	0,292	0,310	0,329	
Ganho de peso (g/dia) <sup>1</sup>	324	358	369	372	333	8,5
Consumo de ração (g/dia) <sup>1</sup>	441	482	475	456	430	9,4
Conversão alimentar (g/g) <sup>2</sup>	1,36	1,35	1,29	1,23	1,29	7,1
Consumo de triptofano (g/dia) <sup>3</sup>	1,12	1,31	1,39	1,41	1,41	9,9
Deposição de proteína (g/dia)	35,50	38,40	36,70	38,00	36,70	17,6

<sup>1</sup>Efeito quadrático (P<0,05).

<sup>2,3</sup>Efeito linear (P<0,09 e P<0,01, respectivamente).

Os níveis de triptofano digestível influenciaram (P<0,05) o consumo de ração, que aumentou de forma quadrática até o nível estimado de 0,288%, correspondente à relação de triptofano:lisina digestíveis de 19,5%. A representação gráfica deste efeito pode ser visualizada na figura 2.

Resultado similar foi obtido por Guzik et al. (2005) que, avaliando níveis de triptofano para leitões de 7,1 aos 15,6 kg, com a relação triptofano:lisina digestível variando de 14,5 a 19,5%, verificaram aumento linear no consumo de ração dos animais em função do aumento do nível de triptofano digestível da dieta.

Zhang et al. (2006) avaliando níveis de triptofano digestível entre 0,12 e 0,26% para leitões desmamados, também verificaram relação positiva entre o consumo voluntário de alimento com o nível de triptofano digestível da ração.

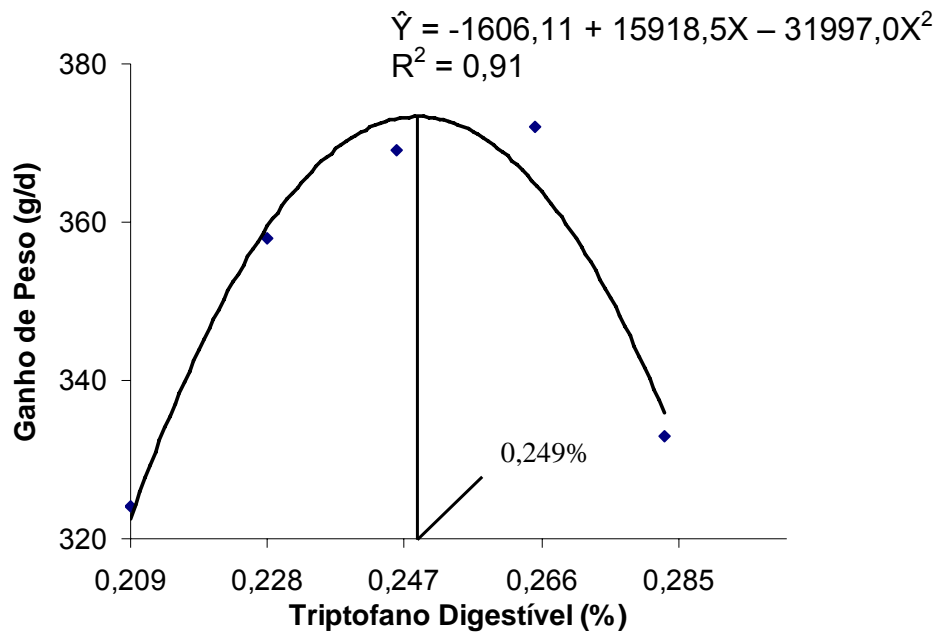


Figura 1 – Representação gráfica do ganho de peso em função dos níveis de triptofano digestível das rações.

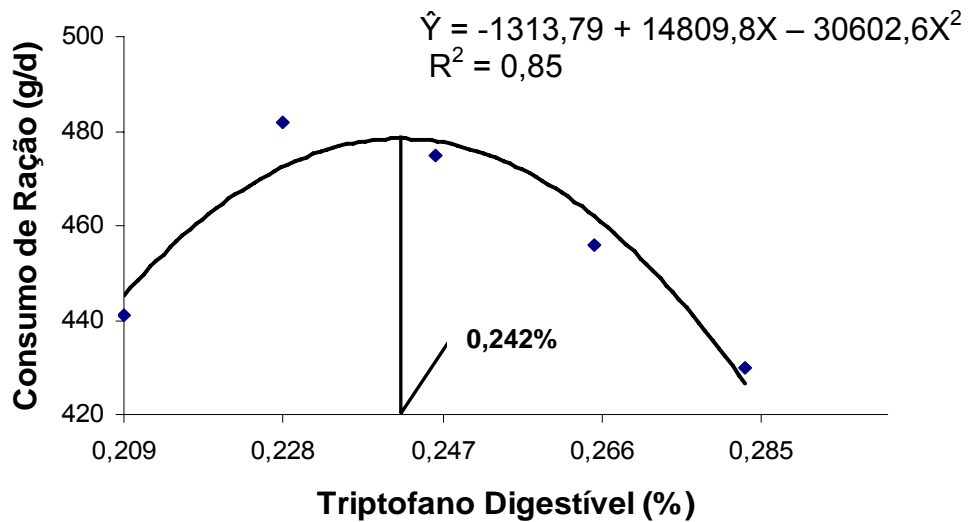


Figura 2 – Representação gráfica do consumo de ração em função dos níveis de triptofano digestível das rações.

O aumento verificado no consumo voluntário de ração dos leitões até o nível de 0,242% de triptofano digestível pode ser indicativo de que tenha ocorrido uma melhora na relação triptofano com os aminoácidos neutros de cadeia longa – LNAA (fenilalanina, tirosina, leucina, valina e isoleucina) da ração quando o nível de triptofano digestível aumentou de 0,209 para 0,242%.

De acordo com Henry et al. (1992), o triptofano compete com os LNAA por compartilharem o mesmo sistema de transporte para passagem através da barreira hemato-cefálica. Dessa forma a relação entre o triptofano e os LNAA no plasma pode ter influência na síntese de serotonina no hipotálamo, atuando assim, como modulador de consumo de alimento pelos suínos.

Os tratamentos influenciaram ( $P < 0,09$ ) a conversão alimentar dos leitões, que melhorou de forma linear. Embora a conversão alimentar tenha variado de forma linear, foi observado uma piora de 4,9% no valor absoluto da conversão alimentar dos leitões quando o nível de triptofano digestível aumentou de 0,310% para 0,329%.

Influência positiva dos níveis de triptofano sobre a conversão alimentar dos leitões também foi constatada por Guzik et al. (2002), que avaliando níveis de triptofano digestível de 0,13 a 0,25% para leitões de 10,3 a 15,7 kg, verificaram melhora na conversão alimentar dos animais, embora a melhor resposta tenha sido obtida no nível de 0,18% de triptofano. Os resultados obtidos neste estudo corroboram os de Guzik et al. (2005) que observaram aumento linear na eficiência alimentar de leitões quando a relação triptofano:lisina digestível aumentou de 14,5 para 19,5%.

Com os resultados pode-se inferir que para se obter a melhor resposta de eficiência de utilização do alimento pelo leitão é necessário se utilizar nível

de triptofano digestível acima daquele que proporciona melhor resposta de ganho de peso.

Foi observado efeito ( $P < 0,01$ ) dos tratamentos sobre o consumo de triptofano digestível diário, que aumentou de forma linear.

Não foi verificado efeito ( $P > 0,05$ ) dos níveis de triptofano digestível da ração sobre a deposição de proteína diária. Henry (1995) também não verificou efeito dos níveis de triptofano da ração (0,10 vs 0,13%) sobre a deposição de proteína na carcaça de suínos de 55 a 88 kg, quando os suínos foram abatidos com o mesmo peso corporal. Entretanto, Ponter et al. (1994), avaliando diferentes fontes de energia e níveis de triptofano sobre o desempenho de leitões, verificaram aumento na síntese protéica dos músculos Longissimus dorsi e Semitendinosus em função do aumento dos níveis de triptofano.

### **Conclusão**

O nível de 0,295% de triptofano digestível, correspondente a uma relação triptofano:lisina digestíveis de 20,0%, e a um consumo de triptofano digestível diário de 1,16 gramas proporcionou os melhores resultados de ganho de peso de leitões dos 5 aos 15 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.
- GUZIK, A.C.; PETTITT, M.J.; BELTRANENA, E. et al. Threonine and tryptophan ratios fed to nursery pigs. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 89. p. 297-302. 2005.
- GUZIK, A.C.; SOUTHERN, L.L.; BIDNER, T.D. et al. The tryptophan requirement of nursery pigs. **Journal of Animal Science**, v. 80. p. 2646-2655. 2002.
- 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.
- JANSMAN, A.J.M. **Necesidades y utilización del triptófano en animales monogástricos**. XVI Curso de Especialización FEDNA: AVANCES EN NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN ANIMAL. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Eds.: P.G<sup>a</sup>. Rebollar, C. de Blas y G.G. Mateos. Fira de Barcelona, España. 2000.
- NACIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of swine**. 3. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1998. 189p.
- PONTER, A.A.; CORTAMIRA, N.O.; SÈVE, B. et al. The effects of energy source and tryptophan on the rate of protein synthesis and on hormones of the entero-insular axis in the piglet. **British Journal of Nutrition**, v.71, p. 661-674, 1994.
- 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: UFV, 2000. 141p.
- 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: UFV, 2005. 141p.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. Viçosa: UFV. 1990. 165p.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **SAEG – Sistema de análise estatísticas e genéticas**. Viçosa, MG: 2000.

ZHANG, G.; YIN, J.; LI, D. et al. Tryptophan enhances ghrelin expression and secretion associated with increased food intake and weight gain in weanling pigs. **Domestic Animal Endocrinology**, v.33, p.47-61. 2006.

## **CAPÍTULO III**

## NÍVEIS DE TRIPTOFANO DIGESTÍVEL EM RAÇÕES PARA SUÍNOS MACHOS CASTRADOS DOS 15 AOS 30 Kg

**Resumo** – Objetivando-se avaliar o efeito dos níveis de triptofano digestível sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos, foram utilizados 60 suínos mestiços, machos, com peso médio inicial de  $15,50 \pm 1,15$  kg e final de  $30,60 \pm 1,35$  kg, distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco tratamentos (0,149; 0,158; 0,168; 0,177 e 0,187% de triptofano digestível, correspondendo às relações de 16,0; 17,0; 18,0; 19,0 e 20,0% com a lisina digestível), seis repetições e dois animais por unidade experimental. Os níveis de triptofano digestível não influenciaram o consumo de ração e a deposição de proteína diária dos animais. Foi observado efeito quadrático dos níveis de triptofano digestível sobre o ganho de peso que aumentou até o nível de 0,175% de triptofano digestível. A conversão alimentar melhorou de forma linear com o aumento dos níveis de triptofano digestível da dieta. Concluiu-se que o nível de 0,175% de triptofano digestível, correspondente a uma relação de 18,82%, proporciona melhor resultado de ganho de peso de suínos machos castrados dos 15 aos 30 kg.

Palavras-chave: deposição de proteína, proteína ideal, relação aminoacídica.

## DIGESTIBLE TRYPTOPHANE LEVELS IN DIETS FOR BARROWS FROM 15 TO 30 Kg

**Abstract** – Sixty crossbred males pigs with average initial and final body weight of  $15.50 \pm 1.15$  kg and  $30.60 \pm 1,35$  kg, respectively, were used to evaluate the effect of digestible tryptophan levels on performance and carcass protein deposition. The animals were allotted to a completely randomized experimental block design, composed by five treatments (0.149; 0.158; 0.168; 0.177 e 0.187% of digestible tryptophan, corresponding to 16; 17; 18; 19 e 20% of digestible tryptophan:lysine ratios), six replicates and two animals per experimental unit. Treatment effects on feed intake and daily protein deposition for animals were not observed. The feed:gain ratio improved of linear manner as the tryptophan levels increased. It was concluded that the level of 0.175% of digestible tryptophan, corresponding to a relationship of 18.82% to digestible lysine, provided the best result of body weight gain for castrated males pigs from 15 to 30 kg.

Key-words: aminoacidic ratio, ideal protein, protein deposition.

## Introdução

O triptofano tem sido considerado o segundo ou terceiro aminoácido limitante em dietas práticas para suínos (Guzik et al., 2002), e essa ordem de limitação depende, principalmente, da seleção dos ingredientes utilizados na formulação da dieta, da composição em aminoácidos e da digestibilidade dos mesmos (Jansman, 2001).

Além de sua função como aminoácido essencial no metabolismo protéico, o triptofano participa da síntese de componentes importantes como a melatonina e a serotonina.

Existe evidência que a deficiência de triptofano em dietas para suínos pode induzir o efeito depressivo no consumo voluntário de alimento e, conseqüentemente, no crescimento (Burgoon et al, 1992; Han et al., 1993).

A exigência de triptofano digestível tem variado entre 0,150 a 0,195% para suínos dos 15 aos 50 kg (NRC, 1998 e Rostagno et al., 2005). Estas variações de exigência de triptofano podem ser devido a diversos fatores tais como ambiente, genótipo, peso e idade dos animais, composição da dieta e disponibilidade do triptofano dos alimentos (Guzik et al., 2002).

O sexo é outro fator que influencia a deposição de proteína em suínos. De modo geral, os diferentes grupos sexuais apresentam desempenhos diferenciados em virtude da alimentação (Ekstron, 1991), o que comprovaria que as exigências nutricionais dos grupos sexuais são também diferentes.

De acordo com Fuller (1985), as exigências diferenciadas entre os sexos dependem do estágio de desenvolvimento em que são observadas as variáveis, uma vez que essas diferenças resultam das mudanças endócrinas

que acompanham o desenvolvimento sexual e o potencial de crescimento, sendo mais evidenciados quando os animais atingem peso próximo aos 30 kg.

Assim, objetivou-se com esse estudo, determinar o nível de triptofano digestível e a relação triptofano:lisina digestível para suínos dos 15 aos 30 kg.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido na creche do Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa - MG.

Foram utilizados 60 suínos mestiços, machos, com peso inicial de 15,50  $\pm$  1.15 kg distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco tratamentos (0,149; 0,158; 0,168; 0,177 e 0,187% de triptofano digestível, correspondentes às relações com a lisina digestível de 16,0; 17,0; 18,0; 19,0 e 20,0%), seis repetições e dois animais por gaiola, que foi considerada a unidade experimental. Na formação dos blocos foi levado em consideração o peso inicial e o grau de parentesco dos animais.

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

Foi utilizado um termômetro de máxima e mínima, colocado no interior do galpão, para registro da temperatura diária.

As rações experimentais isoenergéticas e isonitrogenadas, preparadas à base de milho, farelo de soja e farinha de carne e ossos, foram formuladas para atender as exigências dos animais em energia, minerais, vitaminas e aminoácidos, de acordo com o contido em Rostagno et al. (2000), com exceção do triptofano e suas composições centesimais e calculadas encontram-se apresentadas na Tabela 1.

Para garantir que nenhum outro aminoácido essencial, que não o triptofano, ficasse deficiente nas rações, as relações desses aminoácidos com

Tabela 1 - Composições centesimais e calculadas das rações experimentais

Ingredientes	Níveis de triptofano digestível (%)				
	0,149	0,158	0,168	0,177	0,187
Milho	74,090	74,090	74,090	74,090	74,090
Farelo de soja	18,094	18,094	18,094	18,094	18,094
Farinha de carne e ossos 45%	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
Ácido glutâmico	0,100	0,087	0,073	0,060	0,045
Amido	0,100	0,104	0,108	0,112	0,117
BHT	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
DL-Metionina	0,062	0,062	0,062	0,062	0,062
L-Isoleucina	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056
L-Lisina	0,331	0,331	0,331	0,331	0,331
L-Treonina	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122
L-Triptofano	-	0,009	0,019	0,028	0,038
L-Valina	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
Óleo vegetal	0,982	0,982	0,982	0,982	0,982
Fosfato bicálcico	0,225	0,225	0,225	0,225	0,225
Calcário	0,325	0,325	0,325	0,325	0,325
Premix vitamínico <sup>1</sup>	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Premix mineral <sup>2</sup>	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Sal comum	0,279	0,279	0,279	0,279	0,279
Promotor	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
<b>Composição calculada<sup>3</sup></b>					
Proteína bruta (%)	17,458	17,458	17,458	17,458	17,458
Energia metabolizável (Mcal/kg)	3,222	3,222	3,222	3,222	3,222
Lisina total (%)	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060
Lisina digestível (%)	0,930	0,930	0,930	0,930	0,930
Triptofano total (%)	0,175	0,175	0,175	0,175	0,175
<b>Triptofano digestível (%)</b>	<b>0,149</b>	<b>0,158</b>	<b>0,168</b>	<b>0,177</b>	<b>0,187</b>
Met+cis digestível (%)	0,555	0,555	0,555	0,555	0,555
Valina digestível (%)	0,656	0,656	0,656	0,656	0,656
Fenilal. + tirosina digestível (%)	1,162	1,162	1,162	1,162	1,162
Isoleucina digestível (%)	0,566	0,566	0,566	0,566	0,566
Treonina digestível (%)	0,632	0,632	0,632	0,632	0,632
Sódio (%)	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180
Cálcio (%)	0,830	0,830	0,830	0,830	0,830
Fósforo disponível (%)	0,430	0,430	0,430	0,430	0,430
<b>Relação trp:lis digestíveis</b>	<b>16,00</b>	<b>17,00</b>	<b>18,00</b>	<b>19,00</b>	<b>20,00</b>

<sup>1</sup> Contém por kg: 6.000.000 UI de Vit. A, 1.500.000 UI de Vit. D<sub>3</sub>, 15.000.000 UI de Vit. E, 1,35 g Vit. B<sub>1</sub>, 4 g de Vit. B<sub>2</sub>, 2 g de Vit. B<sub>6</sub>, 9,35 g de Ac. pantotênico, 1,5 g Vit. K<sub>3</sub>, 20,0 g de Ac. nicotínico, 20,0 g de Vit. B<sub>12</sub>, 0,6 g de Ac. fólico, 0,08 g de Biotina, 1,5 g de Iodo, 0,3 g de Selênio e excipiente q. s. p., 1000 g.

<sup>2</sup> Contém por kg: 100 de Fe, 10 g de Cu, 1 g de Co, 40 g de Mn, 100 g de Zn excipiente q.s.p., 1000 g.

<sup>3</sup> Composição calculada segundo Rostagno et al. (2000).

a lisina na base digestível ficaram dois pontos percentuais acima daquelas preconizadas na proteína ideal para animais na mesma fase.

Os diferentes níveis de triptofano das rações foram obtidos a partir da inclusão de L-triptofano em substituição ao ácido glutâmico, proporcional às concentrações de nitrogênio.

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

Os animais foram pesados no início e no final do experimento, para determinação do ganho de peso. As rações foram pesadas sempre que fornecidas aos animais e as sobras pesadas diariamente, para determinação do consumo.

No final do experimento, ao atingirem o peso de  $30,60 \pm 1,35$  kg, os animais receberam jejum alimentar de 24 horas. Após esse período, um animal de cada unidade experimental foi abatido por sangramento, depilado e eviscerado. As carcaças inteiras, incluindo pés e cabeça, foram pesadas e as meias-carcaças, armazenadas em câmara fria a  $4^{\circ}\text{C}$  por 24 horas, sendo posteriormente, trituradas em "cutter" comercial de 30 HP e 1775 revoluções por minuto. Após homogeneização, foram retiradas amostras de aproximadamente 500 g, que foram conservadas a  $-12^{\circ}\text{C}$ , para posterior determinação da deposição de proteína.

Um grupo adicional de cinco animais com peso médio de  $14,9 \pm 1,60$  kg foi abatido no início do experimento, para determinação da composição de proteína da carcaça dos animais.

As análises bromatológicas dos ingredientes e das rações foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV, de acordo com metodologia descrita por Silva (1990).

Os parâmetros avaliados foram: ganho de peso diário, consumo de ração diário, conversão alimentar, consumo de triptofano digestível diário e deposição de proteína.

Utilizou-se o seguinte modelo matemático:

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

Onde:

$Y_{ijk}$  = característica observada

$\mu$  = média geral das características;

$B_i$  = efeito do bloco  $i$ ;  $i = 1, 2 \dots$  e  $6$ ;

$T_j$  = 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 a deposição de proteína 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.

Os níveis de triptofano digestível da ração que proporcionou os melhores resultados de desempenho e deposição de proteína foram determinados por meio de análises de regressão linear e quadrática, conforme melhor ajuste.

## Resultados e Discussão

Durante o período experimental, a temperatura mínima e máxima no interior do galpão manteve-se em  $21,5 \pm 1,12^{\circ}\text{C}$  e  $26,4 \pm 1,91^{\circ}\text{C}$ , respectivamente.

Os resultados de ganho de peso diário, consumo de ração diário, conversão alimentar, consumo de triptofano digestível diário e deposição de proteína de suínos dos 15,5 aos 30,6 kg recebendo rações com diferentes níveis de triptofano digestível, encontram-se na Tabela 2.

Foi observado efeito ( $P < 0,06$ ) dos níveis de triptofano digestível sobre o ganho de peso diário, que aumentou de forma quadrática até o nível de 0,175%, correspondendo à relação de triptofano:lisina digestíveis de 18,82%, e a expressão gráfica deste efeito pode ser visualizada na Figura 1.

Han et al. (1993), avaliando níveis de triptofano digestível variando de 0,08 a 0,15% para suínos dos 10,9 aos 22,0 kg, verificaram aumento linear do ganho de peso dos animais em função do aumento dos níveis de triptofano na ração, sendo a melhor resposta para essa variável obtida no nível de 0,137% de triptofano digestível.

Por outro lado, Susenbeth & Lucanus (2005), avaliando a suplementação de triptofano (0,2 a 1,0 g/kg dieta) para machos castrados dos 15 aos 22 kg, não verificaram efeito dos níveis de triptofano sobre o ganho de peso dos animais. Segundo os autores, relações de triptofano digestível:lisina digestível de 17,0 a 18,0% na dieta de suínos em crescimento, associada ao consumo adequado de lisina parece ser suficiente para maximizar o desempenho dos animais.

Tabela 2 – Desempenho, consumo de triptofano digestível e deposição de proteína na carcaça de suínos machos castrados, dos 15,5 aos 30,6 kg, em função dos níveis de triptofano digestível.

Parâmetros	Níveis de triptofano digestível (%)					CV (%)
	0,149	0,158	0,168	0,177	0,187	
Ganho de peso (g) <sup>1</sup>	686	729	783	776	761	7,1
Consumo de ração (g)	1261	1325	1398	1329	1332	8,0
Conversão alimentar (kg/kg) <sup>2</sup>	1,84	1,77	1,78	1,72	1,75	3,0
Consumo de triptofano (g/dia)	1,879	2,094	2,349	2,352	2,487	10,6
Deposição de proteína (g/dia)	72,25	82,28	74,18	71,17	75,77	14,2

<sup>1</sup>Efeito quadrático (P<0,06)

<sup>2</sup>Efeito linear (P<0,05)

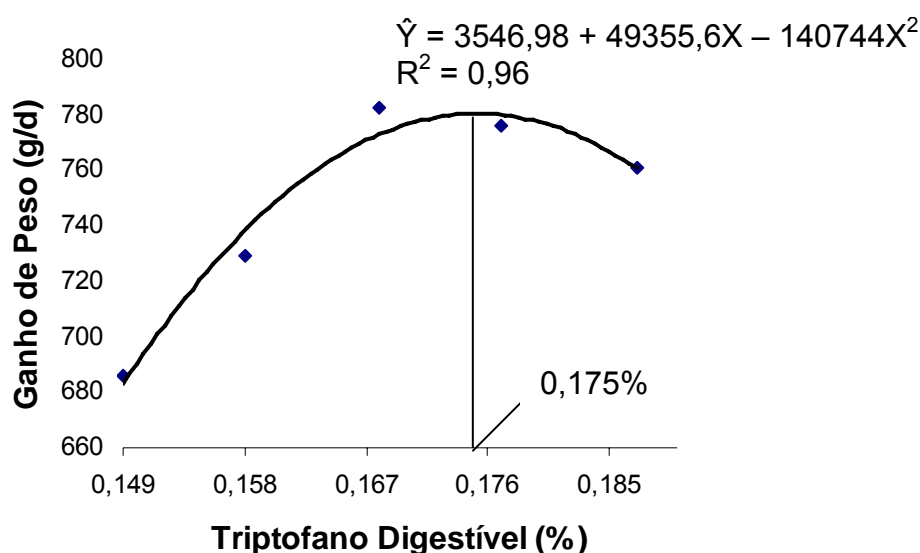


Figura 1 – Expressão gráfica do ganho de peso em função dos níveis de triptofano digestível das rações de suínos dos 15,5 aos 30,6 kg.

O nível de triptofano digestível (0,175%) que proporcionou a melhor resposta de ganho de peso dos animais foi maior que 0,150% recomendado em NRC (1998) para suínos dos 20 aos 50 kg e que 0,168% recomendado em Rostagno et al. (2005) para suínos de médio desempenho na mesma fase de crescimento que os animais usados nesta pesquisa.

Não foi verificado efeito ( $P>0,05$ ) dos níveis de triptofano da dieta sobre o consumo de ração diário. Embora o consumo de ração não tenha variado significativamente entre os tratamentos, foi observado aumento de 10,8% no valor absoluto no consumo de ração entre os níveis de 0,149 a 0,168% de triptofano digestível. Este resultado evidenciou que o aumento da relação triptofano:lisina digestíveis de 16 para 18% teve efeito positivo sobre o consumo voluntário de ração dos animais.

Resultados semelhantes foram encontrados por Susenbeth & Lucanus (2005) que não verificaram influência do aumento do nível de triptofano sobre o consumo de ração de suínos dos 15 aos 22 kg. Em contrapartida, Burgoon et al. (1992), avaliando níveis de triptofano digestível (0,08 a 0,18%) para suínos dos 22 aos 50 kg, em que a relação triptofano:lisina digestíveis variou de 9 a 20%, verificaram aumento no consumo de ração dos animais em função do aumento dos níveis de triptofano na dieta.

As diferenças de resultados observadas entre os estudos em relação à influência do triptofano sobre o consumo voluntário de alimentos em suínos podem estar relacionadas a fatores como sexo dos animais, idade do animal, conteúdo de outros aminoácidos e modelo estatístico utilizado (Jansman, 2001).

Avaliando níveis de triptofano para suínos em terminação, Henry et al (1992) verificaram que fêmeas recebendo ração deficiente em triptofano apresentaram redução mais acentuada no consumo de ração quando comparadas a machos castrados. De acordo com os autores, essa maior sensibilidade à deficiência de triptofano verificada nas fêmeas é agravada na

presença de excesso de proteína, na forma de aminoácidos neutros de cadeia longa.

Os níveis de triptofano digestível influenciaram ( $P < 0,05$ ) a conversão alimentar, que melhorou de forma linear (FIGURA 2). Embora a conversão alimentar tenha variado de forma linear, foi observada uma melhora de 3,5% no valor absoluto da conversão alimentar dos leitões quando o nível de triptofano digestível aumentou de 0,168% para 0,177%. Com este resultado pode-se inferir que o nível de 0,177% de triptofano digestível, correspondente a uma relação de 19% com a lisina digestível, provavelmente atendeu as exigências dos suínos para melhor eficiência de utilização do alimento.

De forma semelhante, Schutte & Van Weerden (1988), avaliando níveis de triptofano total de 0,13 a 0,25% para suínos dos 11 aos 37 kg, constataram melhora na conversão alimentar dos animais com o aumento dos níveis de triptofano. Efeito positivo dos níveis de triptofano sobre a conversão alimentar de suínos em crescimento também foi observado por Burgoon et al. (1992).

Por outro lado, Susenbeth & Lucanus (2005) não verificaram influência do aumento do nível de triptofano sobre a conversão alimentar de suínos dos 15 aos 22 kg.

Foi observado efeito ( $P < 0,01$ ) dos tratamentos sobre o consumo diário de triptofano digestível, que aumentou de forma linear (FIGURA 3). A relação positiva verificada entre o consumo de triptofano digestível e o nível de triptofano da ração pode ser justificada pelo fato de não ter ocorrido variação significativa no consumo diário de ração dos animais.

Não foi verificado efeito ( $P > 0,05$ ) dos níveis de triptofano digestível da ração sobre a deposição diária de proteína. De forma semelhante Henry

(1995), avaliando o efeito do triptofano sobre o desempenho de suínos em terminação, não verificou efeito dos níveis de triptofano (0,10 a 0,13%) sobre a deposição de proteína dos animais, quando esses foram abatidos com o mesmo peso corporal. Entretanto, foi observado aumento na deposição de proteína quando os animais foram abatidos com a mesma idade.

Dessa forma, pode-se inferir que o fato dos animais neste estudo terem sido abatidos com o mesmo peso contribuiu para que não houvesse diferença nos parâmetros de carcaça avaliados.

### **Conclusão**

O nível de 0,175% de triptofano digestível, correspondente a uma relação triptofano:lisina digestíveis de 18,82%, proporcionou os melhores resultados de desempenho de suínos machos castrados dos 15 aos 30 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.
- GUZIK, A.C.; SOUTHERN, L.L.; BIDNER, T.D. et al. The tryptophan requirement of nursery pigs. **Journal of Animal Science**, v. 80. p. 2646-2655. 2002.
- HAN, Y.; CHUNG, T.K.; BAKER, D.H. Tryptophan requirement of pigs in the weight category 10 to 20 kilograms. **Journal of Animal Science**, v. 71. p. 139-143. 1993.
- 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.; 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**. XVI Curso de Especialización FEDNA: AVANCES EN NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN ANIMAL. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Eds.: P.G<sup>a</sup>. Rebollar, C. de Blas y G.G. Mateos. Fira de Barcelona, España. 2000.
- NACIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of swine**. 3. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1998. 189p.
- 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: UFV, 2000. 141p.
- 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: UFV, 2005. 141p.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. Viçosa: UFV. 1990. 165p.
- SCHUTTE, J.B. & VAN WEERDEN, E.J. Utilization of DL-tryptophan in young pigs. **Animal Production**, v. 46, p. 447-452, 1988.

SUSENBETH, A.; LUCANUS, U. The effect of tryptophan supplementation of diets of restricted and unrestricted young pigs. **Journal Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.89, p.331-336, 2005.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **SAEG – Sistema de análise estatísticas e genéticas**. Viçosa, MG, 2000.

## **CAPÍTULO IV**

## NÍVEIS DE TRIPTOFANO DIGESTÍVEL EM RAÇÕES PARA SUÍNOS MACHOS CASTRADOS DOS 30 AOS 60 KG

**Resumo** – Objetivando-se avaliar o efeito dos níveis de triptofano digestível sobre o desempenho e a deposição de proteína na carcaça foram utilizados 50 suínos mestiços, machos, com peso médio inicial de  $29,7 \pm 1,20$  kg e final de  $60,4 \pm 1,95$  kg, distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco tratamentos (0,125; 0,133; 0,141; 0,149 e 0,157% de triptofano digestível, correspondendo às relações de 15,0; 16,0; 17,0; 18,0 e 19,0% com a lisina digestível), cinco repetições e dois animais por unidade experimental. Foi observado efeito linear crescente dos níveis de triptofano digestível sobre o ganho de peso e o consumo de ração. Concluiu-se que o nível de 0,157% de triptofano digestível, correspondente a uma relação triptofano:lisina digestíveis de 19,0%, proporciona melhor resultado de ganho de peso de suínos machos castrados dos 30 aos 60 kg.

Palavras-chave: deposição de proteína, relação aminoacídica, aminoácido digestível.

## DIGESTIBLE TRYPTOPHANE LEVELS IN DIETS FOR BARROWS FROM 30 TO 60 KG

**Abstract** – Fifty crossbred males pigs, with average initial and final body weight of  $29.7 \pm 1.20$  kg and  $60.4 \pm 1.95$  kg, respectively, were used to evaluate the effect of digestible tryptophan levels on performance and carcass protein deposition. The animals were allotted to a completely randomized experimental block design, composed by five treatments (0,125; 0,133; 0,141; 0,149 e 0,157% of digestible tryptophan, corresponding to 15; 16; 17; 18 e 19% of digestible tryptophan:lysine ratios), five replicates and two animals per experimental unit. Treatment linear effect on body weight gain and on feed intake were observed. It was concluded that the level of 0.157% of digestible tryptophan, corresponding to a relationship of 19% of digestible lysine, provided the best result of body weigh gain for piglets from 30 to 60 kg.

Key-words: amino acid ratio, digestible amino acid, protein deposition.

## Introdução

A constante seleção para maior percentual de deposição de proteína na carcaça faz necessária a reavaliação constante das exigências nutricionais dos suínos, uma vez que, mudanças nas taxas de deposições dos tecidos corporais geram modificações na exigência diária de nutrientes, principalmente aminoácidos.

Diferentemente da lisina, que é principalmente utilizada para a deposição de proteínas, o triptofano é necessário para a síntese e retenção de proteína corporal e também é precursor de alguns metabólitos importantes, tais como a serotonina, o ácido nicotínico e a melatonina (Jansman, 2001).

A produção da serotonina ocorre no cérebro por meio da oxidação do triptofano, atuando em vias que se relacionam com o sono e com a percepção sensorial (Smith e Hill, 1988). 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.

Existe evidência que a deficiência de triptofano em dietas para suínos induz a um efeito depressivo no consumo voluntário de alimento e, conseqüentemente, sobre o crescimento (Burgoon et al, 1992; Han et al., 1993).

Entretanto, existem poucos estudos considerando a exigência de triptofano digestível para os suínos. Dependendo dos ingredientes utilizados na formulação das dietas, o triptofano pode se tornar o segundo ou terceiro aminoácido limitante para os suínos (Guzik et al., 2005).

As variações entre os valores de exigência estimados podem ser devido a diferenças de genótipo, sexo, teor protéico da dieta, digestibilidade do triptofano no alimento e variações na análise laboratorial do triptofano (Guzik et al., 2002).

Assim, objetivou-se com esse estudo, determinar a exigência de triptofano e a relação triptofano:lisina digestível para de suínos dos 30 aos 60 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 50 suínos mestiços, machos, com peso inicial de 30 kg distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco tratamentos (0,125; 0,133; 0,141; 0,149 e 0,157% de triptofano digestível correspondentes às relações com a lisina digestível de 15,0; 16,0; 17,0; 18,0 e 19,0%), cinco repetições e dois animais por gaiola, que foi considerada a unidade experimental. Na formação dos blocos foi levado em consideração o peso inicial e o grau de parentesco dos animais.

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

Foi utilizado um termômetro de máxima e mínima, colocado no interior do galpão, para registro diário da temperatura.

As rações experimentais isoenergéticas e isonitrogenadas foram formuladas para atender as exigências dos animais em energia, minerais, vitaminas e aminoácidos, de acordo com Rostagno et al. (2000), com exceção do triptofano e suas composições centesimais e calculadas encontram-se apresentadas na Tabela 1.

Para garantir que nenhum outro aminoácido essencial, que não o triptofano, ficasse deficiente nas rações, as relações desses aminoácidos com a lisina na base digestível ficaram dois pontos percentuais acima daquelas

Tabela 1 – Composições centesimais e calculadas das dietas experimentais

Ingredientes	Níveis de triptofano digestível (%)				
	0,125	0,133	0,141	0,149	0,157
Milho	79,067	79,067	79,067	79,067	79,067
Farelo de soja	13,667	13,667	13,667	13,667	13,667
Farinha de carne e ossos 45%	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500
Ácido glutâmico	0,100	0,088	0,077	0,066	0,053
Amido	0,100	0,104	0,107	0,111	0,114
BHT	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
DL-Metionina	0,091	0,091	0,091	0,091	0,091
L-Isoleucina	0,071	0,071	0,071	0,071	0,071
L-Lisina	0,340	0,340	0,340	0,340	0,340
L-Treonina	0,131	0,131	0,131	0,131	0,131
L-Triptofano	-	0,008	0,016	0,024	0,033
L-Valina	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
Óleo vegetal	0,746	0,746	0,746	0,746	0,746
Fosfato bicálcico	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
Calcário	0,462	0,462	0,462	0,462	0,462
Premix Vitamínico <sup>1</sup>	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Premix Mineral <sup>2</sup>	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Sal comum	0,267	0,267	0,267	0,267	0,267
Virginiamicina	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Composição calculada <sup>3</sup>	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Proteína bruta (%)	15,668	15,668	15,668	15,668	15,668
Energia metabolizável (Mcal/kg)	3,235	3,235	3,235	3,235	3,235
Lisina total (%)	0,946	0,946	0,946	0,946	0,946
Lisina digestível (%)	0,830	0,830	0,830	0,830	0,830
Triptofano total (%)	0,148	0,148	0,148	0,148	0,148
<b>Triptofano digestível (%)</b>	<b>0,125</b>	<b>0,133</b>	<b>0,141</b>	<b>0,149</b>	<b>0,157</b>
Met+cis digestível (%)	0,480	0,480	0,480	0,480	0,480
Valina digestível (%)	0,861	0,861	0,861	0,861	0,861
Fenilal. + tirosina digestível (%)	1,033	1,033	1,033	1,033	1,033
Isoleucina digestível (%)	0,491	0,491	0,491	0,491	0,491
Treonina digestível (%)	0,581	0,581	0,581	0,581	0,581
Sódio (%)	0,170	0,170	0,170	0,170	0,170
Cálcio (%)	0,760	0,760	0,760	0,760	0,760
Fósforo disponível (%)	0,360	0,360	0,360	0,360	0,360
<b>Relação triptofano:lisina dig.</b>	<b>15,00</b>	<b>16,00</b>	<b>17,00</b>	<b>18,00</b>	<b>19,00</b>

<sup>1</sup> Contém por kg: 6.000.000 UI de Vit. A, 1.500.000 UI de Vit. D<sub>3</sub>, 15.000.000 UI de Vit. E, 1,35 g Vit. B<sub>1</sub>, 4 g de Vit. B<sub>2</sub>, 2 g de Vit. B<sub>6</sub>, 9,35 g de Ac. pantotênico, 1,5 g Vit. K<sub>3</sub>, 20,0 g de Ac. nicotínico, 20,0 g de Vit. B<sub>12</sub>, 0,6 g de Ac. fólico, 0,08 g de Biotina, 1,5 g de Iodo, 0,3 g de Selênio e excipiente q. s. p., 1000 g.

<sup>2</sup> Contém por kg: 100 de Fe, 10 g de Cu, 1 g de Co, 40 g de Mn, 100 g de Zn excipiente q.s.p., 1000 g.

<sup>3</sup> Composição calculada segundo Rostagno et al. (2000).

preconizadas na proteína ideal para animais na mesma fase em Rostagno et al. (2000).

Os diferentes níveis de triptofano das rações foram obtidos a partir da inclusão de L-triptofano em substituição ao ácido glutâmico, proporcional às suas concentrações de nitrogênio.

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

Os animais foram pesados no início e no final do experimento, para determinação do ganho de peso. As rações foram pesadas sempre que fornecidas aos animais e as sobras pesadas diariamente, para determinação do consumo.

Ao final do período experimental, quando os animais atingiram  $60,4 \pm 1,95$  kg, um animal de cada unidade experimental, após jejum alimentar de 24 horas, foi abatido por sangramento, depilado e eviscerado. As carcaças inteiras, incluindo pés e cabeça, foram pesadas e a metade das carcaças foram armazenadas em câmara fria a  $4^{\circ}\text{C}$  por 24 horas. Após resfriamento as meias-carcaças foram trituradas em "cutter" comercial de 30 HP e 1775 revoluções por minuto e em seguida foram retiradas amostras de aproximadamente 500 g, que foram conservadas a  $-12^{\circ}\text{C}$ , para posteriores análises químicas com fins de determinação da deposição de proteína.

Um grupo adicional de cinco animais com peso médio de  $29,2 \pm 1,30$  kg foi abatido no início do experimento, para determinação da composição de proteína da carcaça dos animais.

As análises bromatológicas dos ingredientes e das rações foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV, de acordo com técnicas descritas por Silva (1990).

Os parâmetros avaliados foram: ganho de peso diário, consumo de ração diário, conversão alimentar, consumo de triptofano digestível diário e a taxa de deposição de proteína.

Utilizou-se o seguinte modelo matemático:

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

Onde:

$Y_{ijk}$  = característica observada

$\mu$  = média geral das características;

$B_i$  = efeito do bloco  $i$ ;  $i = 1, 2 \dots$  e 5;

$T_j$  = 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 a deposição de proteína na 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, conforme melhor ajuste.

## Resultados e Discussão

Durante o período experimental, a temperatura mínima e máxima no interior do galpão manteve-se em  $24,3 \pm 0,87^{\circ}\text{C}$  e  $28,0 \pm 1,82^{\circ}\text{C}$ , respectivamente.

Os resultados de ganho de peso diário, consumo de ração diário, da conversão alimentar, consumo de triptofano digestível diário e deposição de proteína de suínos machos castrados recebendo rações com diferentes níveis de triptofano digestível, dos 30 aos 60 kg, estão apresentados na Tabela 2.

Foi observado efeito ( $P < 0,01$ ) dos níveis de triptofano digestível sobre o ganho de peso diário, que aumentou de forma linear.

Resultado semelhante foi obtido por Eder et al. (2003) que, avaliando níveis de triptofano digestível em rações para fêmeas dos 25 a 50 kg, observaram aumento no ganho de peso dos animais até o nível de 0,141% de triptofano digestível, correspondendo à relação de 16,2% com a lisina digestível. O resultado obtido também está coerente com os dados de Burgoon et al. (1992) que verificaram aumento no ganho de peso de suínos, dos 22 aos 50 kg, recebendo rações com níveis de triptofano digestível variando de 0,08 a 0,18%.

Os níveis de triptofano digestível influenciaram ( $P < 0,05$ ) o consumo de ração diário, que aumentou de forma linear.

Resultado similar foi obtido por Henry et al. (1996) que, avaliando a interação entre níveis de proteína e de triptofano para suínos dos 38 aos 53 kg, verificaram aumento no consumo de ração dos animais em função do aumento

Tabela 2 – Desempenho, consumo de triptofano digestível e deposição de proteína de suínos dos 30 aos 60 kg, em função dos níveis de triptofano digestível das rações experimentais.

Variáveis	Níveis de triptofano digestível (%)					CV (%)
	0,125	0,133	0,141	0,149	0,157	
Ganho de peso diário (g) <sup>1</sup>	683	757	798	825	913	6,8
Consumo de ração diário (g) <sup>1</sup>	1824	1977	1980	2006	2173	7,1
Conversão alimentar	2,67	2,61	2,49	2,43	2,39	4,0
Consumo de Triptofano (g/dia) <sup>2</sup>	2,28	2,63	2,79	2,99	3,39	7,5
Deposição de proteína (g/dia)	60,10	80,72	73,43	79,64	83,39	24,2

<sup>1,2</sup> Efeito linear (P<0,01, P<0,05, respectivamente).

do nível de triptofano digestível da dieta. Efeito positivo dos níveis de triptofano sobre o consumo de ração de fêmeas dos 22 aos 50 kg também foi observado por Burgoon et al. (1992).

Por outro lado, Haese et al. (2006) não verificaram aumento no ganho de peso de suínos machos castrados quando o nível de triptofano digestível da dieta aumentou de 0,128 a 0,160%.

O aumento no consumo voluntário de ração verificado quando o nível de triptofano digestível variou de 0,125 a 0,157% pode indicar uma provável melhora na relação triptofano com os aminoácidos neutros (fenilalanina, tirosina, leucina, valina e isoleucina) da ração, resultando, numa maior disponibilidade de triptofano e, conseqüentemente, em aumento na síntese de serotonina no hipotálamo.

Henry et al. (1992) constataram que o antagonismo entre o triptofano e os aminoácidos neutros de cadeia longa (AANL) é verificado de forma mais marcante em fêmeas que em machos castrados. Uma possível explicação para

a maior sensibilidade das fêmeas ao desequilíbrio entre esses aminoácidos pode estar na distribuição diferenciada da serotonina no cérebro (Henry et al., 1996).

O nível de triptofano digestível (0,157%) que proporcionou a melhor resposta de ganho de peso dos animais foi similar a 0,161% recomendado por Rostagno et al. (2005) para suínos machos de 30 a 50 kg e inferior a 0,20% obtido por Eder et al. (2003) para fêmeas suínas de 25 a 50 kg. Entretanto, os autores sugerem que esse valor pode ter sido superestimado devido ao modelo estatístico utilizado.

Não foi verificado efeito ( $P>0,05$ ) do nível de triptofano digestível sobre a conversão alimentar. No entanto, foi constatado que os animais que receberam ração com o 0,157% de triptofano digestível apresentaram um valor absoluto de conversão alimentar que foi 10,5% menor em relação ao menor nível.

Por outro lado, Eder et al. (2003) verificaram que a conversão alimentar de fêmeas suínas foi influenciada pelos níveis de triptofano digestível, com a melhor resposta obtida no nível de 0,148%, correspondendo à relação de 17% com a lisina digestível.

Foi observado efeito ( $P<0,01$ ) dos tratamentos sobre o consumo diário de triptofano digestível que aumentou de forma linear.

Não foi verificado efeito ( $P>0,05$ ) dos níveis de triptofano digestível da ração sobre a deposição diária de proteína.

O resultado obtido está consistente com os de Henry (1995) e Pereira (2007), trabalhando com suínos dos 55 a 88 kg e 97 a 125 kg, respectivamente, não verificaram efeito do aumento dos níveis de triptofano sobre as características de carcaça dos animais abatidos com o mesmo peso corporal.

## **Conclusão**

O nível de 0,157% de triptofano digestível, correspondente a uma relação triptofano:lisina digestíveis de 19%, proporciona os melhores resultados de ganho de peso de suínos machos castrados dos 30 aos 60 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. et al. Tryptophan requirement of growing pigs at various body weights. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**. v. 87, p. 336-346, 2003.
- 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.
- GUZIK, A.C.; SOUTHERN, L.L.; BIDNER, T.D. et al. The tryptophan requirement of nursery pigs. **Journal of Animal Science**, v. 80. p. 2646-2655. 2002.
- 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.
- HAN, Y.; CHUNG, T.K.; BAKER, D.H. Tryptophan requirement of pigs in the weight category 10 to 20 kilograms. **Journal of Animal Science**. v. 71. p. 139-143. 1993.
- 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.; COLLÉAUX, Y. et al. Interactive effects of dietary levels of tryptophan and protein voluntary feed intake and growth performance in pigs. **Journal of Animal Science**. v. 70, p. 1873-1887. 1992.
- 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**. XVI Curso de Especialización FEDNA: AVANCES EN NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN ANIMAL. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Eds.: P.G<sup>a</sup>. Rebollar, C. de Blas y G.G. Mateos. Fira de Barcelona, España. 2000.
- PEREIRA, A.A. **Níveis de triptofano digestível em rações para suínos machos castrados de alto potencial genético dos 97 aos 125 kg.**

Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2007. 32p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa.

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: UFV, 2000. 141p.

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: UFV, 2005. 141p.

SILVA, D.J. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos).** Viçosa: UFV. 1990. 165p.

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

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **SAEG – Sistema de análise estatísticas e genéticas.** Viçosa, MG: 2000.