

METABOLISMO DO NITROGÊNIO EM SUÍNOS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO BAIXOS TEORES DE PROTEÍNA BRUTA

NITROGEN METABOLISM OF SWINE FED WITH LOW CRUDE PROTEIN DIETS

Vladimir de Oliveira^{1*}, Elias Tadeu Fialho², Jose Augusto de Freitas Lima³, Jocélio dos Santos Araújo

-NOTA TÉCNICA -

RESUMO

Um experimento foi realizado para quantificar o metabolismo de nitrogênio (N) de suínos em crescimento alimentados com dietas contendo baixos teores de proteína bruta. Foram utilizados 12 suínos ($29,8 \pm 1,2$ kg de peso vivo) castrados, distribuídos em quatro tratamentos utilizando-se o delineamento *changeover*. Os tratamentos foram rações com diferentes teores de proteína bruta (19,5; 16,8; 15,0 e 12,5%). O estudo ocorreu em dois períodos consecutivos, com duração de 12 dias cada. A quantidade de N absorvida decresceu ($P < 0,01$) conforme o teor de proteína da ração foi reduzido. Constatou-se que a diminuição no teor de proteína das rações propiciou decréscimo linear ($P < 0,01$) no N eliminado na urina. O nitrogênio eliminado na urina foi 7% menor a cada ponto percentual de redução no conteúdo de proteína da ração. A eficiência de utilização do nitrogênio ingerido aumentou linearmente ($P < 0,05$) com o decréscimo de proteína da ração. Houve redução linear ($P < 0,01$) no N retido com a diminuição do teor de proteína das rações. Conclui-se que a redução do teor de proteína da ração de suínos é uma alternativa eficaz para diminuir o nitrogênio eliminado nas fezes e urina, embora tais dietas diminuam o nitrogênio retido.

Palavras-chave: aminoácidos, excreção de nitrogênio, proteína ideal.

ABSTRACT

The experiment was conducted to evaluate nitrogen (N) metabolism of swine fed diets with low crude protein. A total of 12 crossbred barrows (29.8 ± 1.2 kg of live weight) were allotted to four diets in a *changeover* balanced design carried out in two consecutive 12-day periods. Treatments were diets with different crude protein contents (19.5; 16.8; 15.0 and 12.5%). There was a decrease ($P < .001$) in the content of N absorbed with lowering of dietary protein level. Protein concentration affected ($P < 0.01$) the urinary nitrogen excretion. At every percent point of reduction ($P < 0.01$) in dietary crude protein there was approximately 7% less N in the urine. The efficiency of utilization of N intake increased linearly ($P < 0.05$) with dietary protein content. There was linear decrease ($P < 0.01$) in N retention with decreasing dietary crude protein concentration. It is concluded that reduction of dietary crude protein is efficient to decrease fecal and urinary N excretion, although N retention is less in swine feed the diets supplemented with synthetic amino acids.

Key words: amino acids, nitrogen excretion, ideal protein.

INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos principais produtores mundiais de suínos e a tendência é que a suinocultura brasileira continue crescendo, pois as condições do país são excelentes para a exploração dessa atividade.

Os sistemas intensivos de produção de suínos são, entretanto, responsáveis por uma alta produção de dejetos, que apresentam concentração elevada de nutrientes como, por exemplo, nitrogênio e fósforo. Um dos destinos mais comuns dos dejetos de suínos é a aplicação como fertilizante de solos. A quantidade de dejetos que um solo pode receber é determinada pelas características do solo, das plantas cultivadas e também pelo conteúdo de nitrogênio dos dejetos (SEGANFREDO, 1999). O excesso de N das fezes e urina dos suínos irá elevar quantidade de nitrogênio dos dejetos e aumentar os riscos para o meio ambiente, pois poderá ser transformado em nitrato e lixiviado para águas subterrâneas. Além disso, uma parcela considerável do N dos dejetos é liberada como amônia, substância volátil que exerce efeitos nocivos na saúde e desempenho dos suínos e homens (SCHIFFMAN, 1998; VERSTEGEN & JONGBLOED, 2002).

Uma das maneiras de reduzir a quantidade de N nos dejetos é diminuir o conteúdo de proteína das rações, suplementando-as com aminoácidos sintéticos. Vários estudos demonstram que o fornecimento de rações com baixos teores de proteína bruta é uma ferramenta eficaz para diminuir a concentração de N das fezes e urina (KERR et al., 1995; LE BELLEGO et al., 2001; FIGUEROA et al., 2002). Entretanto, em alguns experimentos a concentração de proteína da dieta não influenciou a retenção de nitrogênio (LE BELLEGO et al., 2001), enquanto em outros houve decréscimo significativo no nitrogênio retido pelos suínos (OTTO et al., 2003). Na maioria dos estudos realizados para testar esta hipótese, os teores de proteína foram reduzidos de forma que os únicos aminoácidos limitantes foram lisina, metionina, treonina e triptofano. Existem poucos experimentos em que diminuição do teor de proteína da ração tenha sido mais drástica, com suplementação, por exemplo, de valina e isoleucina nas formas sintéticas. Em breve esses aminoácidos poderão estar disponíveis no mercado a preços acessíveis (TORIDE, 2002).

Assim, o estudo foi conduzido para quantificar o metabolismo do N de suínos em crescimento, alimentados com rações contendo baixos teores de proteína e suplementadas com aminoácidos sintéticos.

O experimento foi realizado no laboratório de metabolismo de suínos da Universidade Federal de Lavras. Foram utilizados 12 suínos ($29,8 \pm 1,2$ kg de peso vivo) machos castrados, mestiços e de alto potencial para deposição de carne magra. Os animais foram alojados individualmente em gaiolas de metabolismo que permitiram a coleta de fezes e urina separadamente.

O estudo foi realizado em dois períodos consecutivos, com duração de 12 dias cada. Em ambos os períodos, os sete

¹ Zootecnista. Dr. Sc. Professor Adjunto. Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste. Mal. Cândido Rondon – PR. CEP 85960-000. e-mail: v.oliveira@brturbo.com.br *Autor para correspondência.

² Eng. Agrônomo. Ph.D. Professor Titular. DZO/UFLA. Lavras. MG

³ Zootecnista. D.Sc. Professor Titular. DZO/UFLA. Lavras - MG

⁴ Zootecnista, D.Sc. Professor Assistente CCA/Unioeste. Mal. Cândido Rondon – PR.

primeiros dias foram destinados à adaptação dos animais às dietas experimentais e os cinco dias restantes, utilizados para colheita total de fezes e urina.

Os tratamentos experimentais foram quatro rações isoenergéticas e isolisínicas com diferentes teores de proteína bruta (Tabela 1). As rações foram formuladas para manter a relação ideal entre aminoácidos proposta por BAKER (1994). A composição e os coeficientes de digestibilidade ileal verdadeira dos aminoácidos contidos no milho e farelo de soja

foram obtidos no NCR (1998). As rações foram formuladas usando a mesma partida de milho e misturadas em batidas de 50 kg visando garantir a homogeneidade. Para evitar deficiências de aminoácidos adicionaram-se as dietas os aminoácidos sintéticos: L-lisina, L-treonina, L-triptofano, DL-metionina, L-triptofano, L-valina e L-isoleucina. A quantidade de lisina digestível verdadeira foi calculada para atender no mínimo 0,83% da ração (NRC, 1998). Em todas as rações foram adicionados suplementos vitamínicos e minerais.

Tabela 1 – Composição percentual das rações experimentais.

Ingrediente (%)	Teor de Proteína (%)			
	19,1	16,8	15,0	12,5
Milho	71,70	75,74	80,93	85,70
Farelo Soja	25,40	21,10	15,30	9,75
Fosfato Bicálcico	1,40	1,40	1,40	1,40
Calcário	0,90	0,90	0,90	0,90
Sal	0,40	0,40	0,40	0,40
Premix Vitamínico ¹	0,10	0,10	0,10	0,10
Premix Mineral ²	0,10	0,10	0,10	0,10
Bicarbonado Sódio	-	0,10	0,35	0,60
L-lisina HCl	-	0,14	0,33	0,51
L-treonina	-	0,02	0,11	0,19
L-triptofano	-	-	0,04	0,07
DL-metionina	-	-	0,04	0,10
L-valina	-	-	-	0,09
L-isoleucina	-	-	-	0,09
Composição das Rações Experimentais				
EM (kcal/kg)	3.311	3.311	3.308	3.300
PB (%)	19,1	16,8	15,0	12,5
Fósforo Disp. (%)	0,33	0,32	0,32	0,31
Cálcio (%)	0,78	0,76	0,75	0,73
Lisina (%)	0,83	0,83	0,83	0,83

¹ Suplemento vitamínico (por kg de produto): Vit. A (8.000.000 UI), Vit. D₃ (1.200.000 UI), Vit. E (20.000 mg), Vit. K₃ (2.500 mg), Tiamina (1.000 mg), Riboflavina (4.000 mg), Piridoxina (2.000 mg), Niacina (25.000 mg), Ac. Pantotênico (10.000 mg), Ácido fólico (600 mg), Biotina (50 mg), Vit. C (50.000 mg), Antioxidante (125 mg), Antibiótico (15.000 mg). ² Suplemento mineral (por kg de produto): Cobre (20.000 mg), Iodo (800 mg), Manganês (40.000 mg), Selênio (156 mg), Zinco (80.000 mg), Ferro (70.000 mg), Cobalto (500 mg).

Os animais foram pesados no início do período de adaptação e no início e final do período de colheita. A quantidade de ração fornecida foi de 3,5 vezes a energia de manutenção, calculada como 106 kcal de EM/kgPV^{0,75} (NRC, 1998). No período de adaptação, a quantidade de ração fornecida foi ajustada diariamente de acordo com o ganho de peso esperado. No período de colheita, a quantidade de ração administrada foi calculada com base no peso obtido no primeiro dia de colheita e mantida constante até o final do período. A ração foi umedecida com água na proporção de 2:1 (água:ração). Após o consumo da ração, todos os suínos receberam água a vontade.

O óxido férrico foi adicionado à ração na primeira e última refeição do período de colheita e serviu como marcador fecal para determinar o início e final da colheita de fezes, respectivamente. As fezes foram colhidas diariamente e acondicionadas em sacos plásticos mantidos em congelador. A urina foi colhida em baldes plásticos que continham 20 ml de HCl (6N) para evitar contaminação bacteriana e perdas de nitrogênio. Os ingredientes, rações e fezes foram moídos finamente antes de serem analisados quimicamente. A matéria seca dos ingredientes, rações e fezes foi determinada em estufa, com ventilação forçada (65° C) até atingir peso constante e, posteriormente, em estufa (105° C) por 24 horas.

Neste estudo foi utilizado o delineamento *changeover* em dois períodos consecutivos e com quatro tratamentos conforme GILL & MAGEE (1976). As variáveis analisadas foram: nitrogênio ingerido (NI), nitrogênio fecal (NF), nitrogênio

absorvido (NA), nitrogênio digestível (ND), nitrogênio urinário (NU), nitrogênio excretado total (NT), eficiência de utilização do nitrogênio (EFN) e retenção de nitrogênio (RN). No caso da análise de variância indicar significância para os tratamentos, utilizou-se os procedimentos de regressão linear para o ajuste de equações.

Durante o período experimental aparentemente não ocorreram problemas de saúde e os suínos consumiram toda a ração fornecida.

Os resultados experimentais são apresentados na Tabela 02. Houve diferenças (P<0,01) no conteúdo de NI entre os tratamentos estudados. Assim como era previsto, a redução do teor de proteína da dieta implicou em menor consumo de N, mas não em menor consumo de aminoácidos essenciais, pois houve adição de aminoácidos sintéticos para atender as exigências nutricionais.

O NF foi influenciado (P<0,01) pelo conteúdo de proteína da dieta. Constatou-se que a cada ponto percentual de redução no teor de proteína houve um decréscimo de aproximadamente 7% no N excretado nas fezes. KERR & EASTER (1995) também verificaram redução no conteúdo de NF com o decréscimo de proteína da ração. Contudo, os resultados do presente estudo são contrários aos obtidos por LE BELLEGO & NOBLET (2001) e SHRIVER et al. (2003), que não observaram diferenças na quantidade de NF de suínos alimentados com rações cuja proteína foi reduzida em até 6,5 pontos percentuais. As razões para tais diferenças não estão claras, mas é importante registrar que há muita divergência

entre os resultados divulgados na literatura. Isto pode estar relacionado às diferenças entre os métodos utilizados (coleta

total x indicadores) para calcular a digestibilidade (MROZ et al., 1966).

Tabela 2 – Balanço de nitrogênio de suínos alimentados com rações diferentes teores de proteína bruta.

Variável	Teor de Proteína (%)				CV (%)	Nível significância Trat.
	19,1	16,8	15,0	12,5		
Nitrogênio ingerido (g d ⁻¹)	51,8	44,3	39,8	33,2	3,6	<0,01
Nitrogênio fecal (g d ⁻¹)	7,7	6,6	6,5	4,2	22,3	<0,01
Nitrogênio absorvido (g d ⁻¹)	44,1	37,4	33,8	29,2	5,6	<0,01
Nitrogênio digestível (%)	84,8	84,3	83,8	87,1	3,8	ns
Nitrogênio urinário (g d ⁻¹)	15,0	12,3	9,8	8,3	10,4	<0,01
Nitrogênio excretado total (g d ⁻¹)	22,7	18,9	16,2	12,5	5,8	<0,01
Eficiência utilização nitrogênio (g d ⁻¹)	55,9	56,8	59,6	65,2	6,6	<0,05
Nitrogênio retido (g d ⁻¹)	29,1	25,2	24,0	21,6	7,8	<0,01

Verificou-se efeito do teor de proteína (P<0,01) na quantidade de nitrogênio absorvido. Constatou-se relação diretamente proporcional (P<0,01) entre a ingestão de nitrogênio e o N absorvido. Quando o NA foi expresso em proporção do NI (nitrogênio digestível) não foram constatadas diferenças entre os tratamentos (P>0,05). O valor médio de digestibilidade do N das dietas experimentais (84%) está dentro da variação observada na literatura (KERR & EASTER, 1995; OTTO et al., 2003).

O teor de proteína das rações influenciou significativamente (P<0,01) o conteúdo de NU. Quanto menor o consumo de nitrogênio, menor foi a concentração de N eliminado na urina. Verificou-se uma redução de aproximadamente 45% no NU quando foram comparadas as rações com 19,1 e 12,5% de proteína bruta. Estes resultados estão em conformidade com os obtidos por outros autores (KERR & EASTER, 1995; CANH et al., 1998; LE BELLEGO et al., 2001) e eram esperados, pois os suínos têm capacidade limitada para armazenar aminoácidos, sendo que o excesso é deaminado e utilizado para síntese de uréia que é eliminada na urina (COMA et al., 1995).

Pode-se perceber que a quantidade total de N excretado (fezes + urina) foi reduzida drasticamente (P<0,01) em razão do decréscimo do teor de proteína das rações. No presente estudo, ocorreu redução de aproximadamente 45% de N excretado total com a diminuição de 6,5 pontos percentuais na quantidade de proteína bruta da ração fornecida aos suínos. Tais resultados também foram observados em outros experimentos (GATEL & GROSJEAN, 1992; KERR & EASTER, 1995; OTTO et al., 2003), porém a amplitude da redução é variável e pode estar relacionada ao tipo de dieta experimental utilizada e a perda de nitrogênio que é comum em estudos desta natureza (QUINIQU et al., 1995). Estes dados indicam que o fornecimento de rações com menor teor de proteína reduz significativamente a quantidade de N que é eliminado pelos suínos e confirma a hipótese de que esta estratégia nutricional é uma ferramenta de grande utilidade para evitar o excesso de nitrogênio dos dejetos.

A RN foi influenciada (P<0,01) pelas dietas experimentais. Houve redução linear no N retido com o decréscimo do teor de proteína das rações. A quantidade de N retido na ração controle (sem adição de aminoácidos sintéticos) foi 3,8 gramas diária inferior ao obtido por ZERVAS & ZIJLSTRA (2002), que utilizou rações e animais com composição e peso semelhantes aos do presente estudo. Diferenças no potencial de deposição protéica dos suínos utilizados, em ambos os experimentos, possivelmente explicam estes resultados (LEE et al., 1998). O decréscimo na RN devido à redução do conteúdo de proteína também foi

verificado em outros estudos (LENIS et al., 1999; VERTEGEN & JONGBLOED, 2002). Várias hipóteses já foram formuladas para tentar explicar tais resultados. Existem estudos comprovando que os aminoácidos sintéticos são absorvidos mais rapidamente que aqueles contidos nas proteínas dos alimentos (PARTRIDGE et al., 1985). Esta diferença na velocidade de absorção causaria um provável desequilíbrio no sítio de síntese de proteína (YEN et al., 1991). A deficiência de aminoácidos não essenciais também pode ser uma justificativa para a menor RN observada em rações com baixos teores de proteína (KERR & EASTER, 1995). De acordo com ROTH et al. (1999) o excesso de aminoácidos essenciais é uma pré-condição para que se tenha adequada retenção de nitrogênio.

A eficiência de utilização do N foi influenciada (P<0,05) pelo teor de proteína da ração. Com a diminuição do teor de proteína da dieta houve aumento linear (P<0,01) na eficiência com que o N ingerido foi retido. Tais resultados também foram constatados em outros estudos (HEGER et al., 1997; HEGER et al., 1998). É possível que tenham ocorrido em função de um mecanismo fisiológico que diminui a degradação de aminoácidos quando são fornecidos em quantidades menores que as exigidas (YAMASHITA & ASHIDA, 1969; HEGER et al., 1998).

Conclui-se que a redução do teor de proteína da ração é uma alternativa eficiente para diminuir a quantidade de nitrogênio eliminado nas fezes e urina. Contudo, as rações com baixos teores de proteína propiciaram menor retenção de nitrogênio, em relação à dieta controle, mesmo quando suplementadas com aminoácidos sintéticos.

REFERÊNCIAS

- BAKER, D.H. Ideal protein for pigs. IN: PROCEEDINGS Minnesota Nutrition Conference. St. Paul, 1994, p.235.
- CANH, T.T.; AARNINK, A.J.A.; VERSTEGEN, M.W.A. et al. Influence of dietary factors on the pH and ammonia emission of slurry from growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**. Champaign, v.76, n.4, p.1123-1130. 1998.
- COMA, J.; CARRION, D.; ZIMMERMAN, D.R. Use of plasma urea nitrogen as a rapid response criterion to determine the lysine requirements of pigs. **Journal of Animal Science** Champaign, v.73, n.2, p. 472-482. 1995.
- FIGUEROA, J.L.; LEWIS, J.A.; MILLER, P.S. et al. Nitrogen metabolism and growth performance of gilts fed standard corn-soybean meal diets or low-crude protein, amino acid supplemented diets. **Journal of Animal Science**. Champaign, v.80, n.11, p.2911-2919, 2002.
- GATEL, F.; GROSJEAN, F. Effect of protein content of the diet on nitrogen excretion by pigs. **Livestock Production Science**.

- Amsterdam, v.31, n.1-2, p.109-120, 1992.
- GILL, J.L.; MAGEE, W.T. Balanced two-period changeover designs for several treatments. **Journal of Animal Science**. Champaign, v.42, n.3, p.775-777. 1976.
- HEGER, J.; MENGESHA, S.; BLAHA, J. et al. Estimation of minimum crude protein levels in diets for high-lean growth pigs. **Agribiologic Research**. v.50, n.1. p.64-76. 1997.
- HEGER, J.; MENGESHA, S.; VODEHNAL, D. Effect of essential:total nitrogen ratio on protein utilization in the growing pigs. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.80, n.6, p. 537-544. 1998.
- KERR, B.J.; EASTER, R.A. Effect of feeding reduced protein, amino acid-supplemented diets nitrogen and energy balance in grower pigs. **Journal of Animal Science**. Champaign, v. 73, n.10, p.3000-3008. 1995.
- LE BELLEGO, L.; VAN MILGEN, J.; DUBOIS, S. et al. Energy utilization of low-protein diets in growing pigs. **Journal of Animal Science**. Champaign, v.79, n.5, p.1259-1271. 2001.
- LEE, K.U.; BOYD, R.D.; AUSTIC, R.E. et al. Patterns of nitrogen excretion in growing pigs. **Asian-Australasian Journal of Animal Science** Champaign v.11, n.6, p.732-738, 1998.
- LENIS, P.N.; Van DIEPEN, H.T.M.; BIKKER, P. et al. Effects of the ratio between essential and nonessential amino acids in the diet on utilization of nitrogen and amino acids by growing pigs. **Journal of Animal Science**. Champaign v.77, n. 7, p.1777-1787., 1999.
- MROZ, Z.; BAKKER, G.C.M.; JONGBLOED, A.W. et al. Apparent digestibility of nutrients in diets with different energy density, as estimated by direct and marker methods for pigs with or without ileo-cecal cannulas. **Journal of Animal Science** Champaign, v.74. 403-412. 1966.
- NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Swine**. 10 ed. Washington D.C., National Academy of Sciences, 1998.
- OTTO, E.R.; YOKORAMA, M.; KU, P.K. et al. Nitrogen balance and ileal amino acid digestibility in growing pigs fed diets reduced in protein concentration. **Journal of Animal Science**. Champaign, v.81, n.7. p.1743-1753, 2003.
- PARTRIDGE, I.G.; LOW, A.G.; KEAL, H.D. A note on the effect of feeding frequency on nitrogen use in growing boars given diets with varying levels of free lysine. **Animal Production**, Bletchley, v.40, n.2, p.375-377. 1985.
- QUINIQU, N.; DUBOIS, S.; NOBLET, J. Effect of dietary crude protein level on protein and energy balances in growing pigs: comparison of two measurement methods. **Livestock Production Science**. Amsterdam, v. 41, n. 1, p. 51-61. 1995.
- ROTH, F.X.; GPATTERBAR, G.G.; WINDISCH, W. et al. Influence of dietary level of dispensable amino acids on nitrogen balance and whole-body protein turnover in growing pigs. **Journal Physiology and Animal Nutrition**. Champaign, v.81, n.2, p.232-238. 1999.
- SCHIFFMAN, S. Livestock odors: Implications for human health and well being. **Journal of Animal Science**. Champaign, v. 76, n.5, p. 1343-1355, 1998.
- SHRIVER, J.A.; CARTER, S.D.; SUTTON, A.L. et al. Effects of adding fiber sources to reduced-crude protein, amino acid-supplemented diets on nitrogen excretion, growth performance, and carcass traits of finishing pigs. **Journal of Animal Science**. Champaign, v. 81, n.2, p.492-502. 2003.
- TORIDE, Y. **Lysine and other amino acids for feed: production and contribution to protein utilization in animal feeding**. Bangkok, Thailand: FAO 2002. Acesso em: 01 setembro 2005.
- VERSTEGEN, M.W.A.; JONGBLOED, A.W. Crystalline amino acids and nitrogen emission. In: D'Mello, J.P.F. (Ed.). **Amino acids in farm animal nutrition**, .CAB INTERNATIONAL, 2002. 449-458 p.
- YAMASHITA, K.; ASHIDA, K. Lysine metabolism in rats fed lysine-free diet. **Journal of nutrition**. Philadelphia, v.98,n.2.,p.267-273., 1969.
- YEN, J.T.; EASTER, R.A.; KERR, B.J. Absorption on free or protein-bound lysine and threonine in conscious multicannuleted pigs. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON DIGESTIVE PHYSIOLOGY IN PIGS, 5.,1991, Wageningen. **Proceedings...** Wageningen: The Netherlands: EAAP, 1991. p.79-84.
- ZERVAS, S.; ZIJLSTRA, R.T. Effects of dietary protein and fermentable fiber on nitrogen excretion patterns and plasma urea in grower pigs. **Journal of Animal Science**. Champaign, v.80. n.12., p. 3247-3256., 2002.