

Artigo Número 53

PROTEÍNA IDEAL COMO ESTRATÉGIA NUTRICIONAL NA ALIMENTAÇÃO DE SUÍNOS.

Wagner Azis Garcia de ARAÚJO¹ & Gabriel Fonseca SOBREIRA¹

INTRODUÇÃO

As proteínas são polímeros resultantes da desidratação de aminoácidos e cada resíduo de aminoácido se liga ao seu vizinho por um tipo específico de ligação covalente. Elas diferem entre si por suas cadeias laterais ou grupos R, na qual variam em tamanho e carga elétrica e influenciam a solubilidade do aminoácido na água. As proteínas são constituintes dos mais variados tecidos animais como musculatura esquelética, órgãos de musculatura lisa, pele, pêlos, enzimas e as mais variadas células com funções diversas.

Os custos com a alimentação representam cerca de 3/4 do custo total de produção e as fontes protéicas participam com aproximadamente 1/4 deste custo. A otimização da utilização da porção protéica da dieta é um dos fatores chaves para o sucesso e viabilidade econômica na produção de suínos, uma vez que representa o item mais oneroso no arraçoamento.

O desenvolvimento técnico apresentado pela indústria suinícola mundial nas últimas décadas está amparado em quatro fatores-chave:

- Desenvolvimento genético das linhagens comerciais de suínos;
- Evolução da nutrição;
- Melhoria das condições sanitárias;
- Melhoria da ambiência e a preocupação com o bem estar animal.

O aproveitamento da fração protéica da dieta tem reflexo direto sobre a conversão alimentar, a qualidade da carcaça e o ganho de peso dos animais. O desenvolvimento da nutrição animal, através do melhor conhecimento do metabolismo protéico, da melhor avaliação nutricional dos ingredientes, e a produção de aminoácidos industriais, possibilitou a otimização das dietas visando atender os requerimentos nutricionais em proteína e aminoácidos com o menor custo e o menor impacto negativo de poluição ambiental.

No passado as dietas eram formuladas visando maximizar o desempenho animal sem preocupações com excessos de nutrientes. As exigências eram estimadas em valores do conteúdo de proteína bruta (PB) da ração. O valor de proteína bruta é estimado através do conteúdo de nitrogênio da ração ($PB=6,25 \times N$). Este conceito foi pioneiramente utilizado por Dumas em 1831, na estação de Weende na Alemanha. Isso freqüentemente resultou em dietas com um conteúdo de aminoácidos superior ou, em desequilíbrio em relação às exigências reais dos animais. Demandou-se então a reformulação das dietas visando a otimização da utilização da proteína pelo animal, relacionando fatores econômicos, ambientais e condições sanitárias.

A partir daí surgiu a necessidade de estimar as exigências dos animais baseadas em aminoácidos totais (AAT) ao invés do conteúdo de proteína bruta (PB). Porém ainda verificou-se uma imprecisão neste conceito, resultando na estimação das exigências em aminoácidos digestíveis (AAD).

Com a utilização de aminoácidos digestíveis na formulação de dietas os nutricionistas ainda observavam um excesso de proteína e de aminoácidos nas dietas. Imaginou-se então que haveria uma relação entre estes aminoácidos que otimizaria a

¹ Estudantes de pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa

retenção protéica e diminuiria a excreção de nitrogênio, surgindo o conceito inicial de proteína ideal.

PROTEÍNA IDEAL

O conceito da proteína ideal foi desenvolvido a partir do conhecimento do requerimento de cada aminoácido para as diferentes funções dos animais (MITCHEL, 1964). Este conceito foi desenvolvido para a nutrição de suínos, vindo o ARC (Conselho Britânico de Pesquisa Agrícola), propor o uso da proteína ideal a partir de 1981.

A proposta do conceito de proteína ideal seria a otimização da utilização da proteína da dieta, aumentando a relação entre consumo e retenção, desta forma diminuindo a excreção de nitrogênio. A partir daí seriam formuladas dietas em que o balanço aminoacídico proveria sem excesso ou falta, os requerimentos de todos os aminoácidos necessários tanto para o metabolismo de manutenção quanto para o de produção.

O excesso de proteína na ração, além de causar um desbalanço entre os aminoácidos, gera um gasto adicional de energia para eliminar os aminoácidos excedentes, reduzindo a eficiência alimentar (HENRY et al., 1992). Estudos metabólicos indicam que a elevação do nível protéico da ração estimula o catabolismo protéico, através da síntese de enzimas pancreáticas e intestinais e também das enzimas envolvidas na degradação dos aminoácidos essenciais. Parte destas enzimas está localizada em nível hepático, respondendo a sinais de ordem endócrina (glucagon, e etc).

Trabalhos Europeus demonstraram que a formulação de dietas de suínos com proteína baixa, mantendo o perfil ideal de aminoácidos, pode reduzir a excreção de nitrogênio em 25,0% a 50,0% e a emissão de amônia nas instalações e meio-ambiente em 50,0%. Também causa a redução do consumo de água em 10,0 a 30,0 % e da excreção de urina na mesma proporção, diminuindo, conseqüentemente, o volume de poluentes emitidos para o ambiente.

Este balanço adequado de aminoácidos, além de outros fatores, também irá promover a diminuição da excreção de nitrogênio nos dejetos, minimizando o impacto da poluição ambiental causada pela suinocultura. Dessa forma, ao aplicar o conceito da proteína ideal, é possível trabalhar com níveis protéicos mais baixos nas rações, desde que seja considerado o perfil ideal de aminoácidos, por meio da suplementação com aminoácidos sintéticos, sem que haja prejuízos no desempenho animal.

Segundo DALE (1985), a redução do nível protéico da ração, mantendo os níveis ideais dos aminoácidos limitantes representa uma das soluções para aperfeiçoar as performances em condições de estresse calórico. RENAUDEAU & NOBLET (2001), demonstraram que o fornecimento de dietas com níveis protéicos mais modestos, desde que se mantenha o perfil adequado de aminoácidos, ameniza o problema de consumo de ração de porcas, em situação de stress calórico.

Recentemente tem havido um interesse crescente por este conceito dentro das estratégias nutricionais. Este interesse deve-se a três motivos em especial segundo LECLERCQ (1997).

- 1) O preço da proteína em relação à energia tem aumentado e provavelmente continuará subindo.
- 2) Há uma crescente disponibilidade de aminoácidos sintéticos (metionina, lisina, triptofano e treonina) para alimentação animal.
- 3) Há limitações derivadas da excreção excessiva de nitrogênio ao meio ambiente prevista na legislação brasileira.

Este conceito pode ser utilizado como uma ferramenta na redução do custo da ração, a partir da flexibilização do nível protéico mínimo. A diminuição dos custos pode ser realizada também através da presença de ingredientes alternativos, uma vez que

estes possuem menor custo e seu balanço aminoacídico pode ser corrigido pelos aminoácidos fornecidos na forma livre.

Outro fator determinante na utilização adequada deste conceito é que se conheçam as digestibilidades verdadeiras dos aminoácidos. O ideal é que se formulem as dietas se baseando em aminoácidos digestíveis verdadeiros ao se usar o conceito de proteína ideal, principalmente quando utilizamos uma grande quantidade de ingredientes alternativos e/ou subprodutos de origem animal. Devemos estar atentos que as relações ideais de aminoácidos são diferentes quando formulamos na base total ou digestíveis verdadeiros ou digestíveis aparentes.

Vários são os fatores que afetam as exigências em aminoácidos dos suínos, entre eles: níveis nutricionais, idade do animal, genética e sexo. Considerando estas características os pesquisadores partiram para determinar o perfil ideal de aminoácidos essenciais, considerando a lisina como o aminoácido base de cálculo (tabela 1).

Tabela 1 - Perfis de proteína ideal para suínos propostos por distintos autores internacionais

	ARC 1981	FULLER 1989	WANG & FULLER, 1989	CHUNG & BAKER, 1992
LISINA	100	100	100	100
AAS SULFURADOS	50	59	60	63
TREONINA	60	75	72	65
VALINA	70	75	75	68
ISOLEUCINA	55	62	60	60
LEUCINA	100	111	110	100
TRIPTOFANO	15	19	18	18
HISTIDINA	23	26	-	32
FENILALANINA + TIROSINA	96	81	120	95

Fonte: FEDNA, 2003.

A lisina é o primeiro aminoácido limitante em rações à base de milho e farelo de soja para suínos em crescimento. As respostas de desempenho e composição de carcaça dos animais podem estar associadas ao seu nível na dieta. Dessa forma, a determinação da exigência desse aminoácido seria necessária para definir os padrões de alimentação dos animais.

Dentro do conceito de Proteína ideal, a lisina é utilizada como aminoácido de referência por possuir as seguintes características:

- É um aminoácido estritamente essencial, não havendo nenhuma via de síntese endógena.
- Possui metabolismo orientado principalmente para deposição de proteína corporal.

alimentar às leitoas dos 30 aos 60 kg, quando se utilizou o conceito de proteína ideal na formulação das rações experimentais.

Em suínos a relação de aminoácidos essenciais (AAE) e aminoácidos não essenciais (AANE) devem estar em torno de 50-50/55-45 (WANG & FULLER, 1989). Recentes trabalhos demonstraram que quando baixamos a proteína destas dietas em 3 a 4 % , a isoleucina, valina e histidina passam também a ser limitantes no intuito de manter o perfil ideal de aminoácidos (FIGUEROA et al., 2000).

Outros nutrientes a serem verificados sempre, ao reduzir a proteína da dieta, são a colina e os minerais que influenciam no balanço eletrolítico (K, Na, Cl).

PROBLEMAS METODOLÓGICOS

Geralmente, a lisina é utilizada como aminoácido de referência e as necessidades dos outros aminoácidos essenciais se expressam como porcentagem das de lisina. Portanto, deveria ser de grande importância medir as necessidades para estes aminoácidos no mesmo experimento que se determinem as da lisina.

Muitos fatores podem influenciar nas necessidades de aminoácidos quando se expressam como concentrações na dieta. Por exemplo, o nível energético e a temperatura ambiente podem modificar o consumo da dieta, e também de aminoácidos. Utilizar dados de experimentos distintos pode-se obter estimações mais imprecisas que se as necessidades de lisina e os outros aminoácidos fossem determinados no mesmo ensaio (LECLERCQ, 1997).

Um segundo problema é a da digestibilidade dos aminoácidos. Em muitos experimentos as necessidades se expressam como concentrações de aminoácidos totais e, as digestibilidades não são estimadas. Em muitas ocasiões não é preciso recalculas as concentrações de aminoácidos digestíveis utilizando valores tabulados de digestibilidade (LECLERCQ, 1997).

Outro problema é o critério utilizado para determinar as necessidades de aminoácidos. Em muitos trabalhos se utiliza como único critério o ganho de peso, podendo haver uma subestimação das necessidades. Assim, para um mesmo ganho de peso alguns aminoácidos, como a lisina, podem reduzir a deposição de lipídios e aumentar a deposição de proteína (LECLERCQ, 1997).

Uma alternativa seria a mensuração do nitrogênio da uréia plasmática (NUP). O teor do NUP pode ser usado como um indicador da máxima utilização de aminoácidos, desta forma, o aumento do NUP pode indicar ineficiência na utilização de aminoácidos, sugerindo uma exigência de lisina adequada, baseada na excreção mínima de nitrogênio na uréia.

Também surgem outros problemas advindos das aproximações matemáticas utilizadas. Algumas curvas de resposta biológica são próximas ao modelo de linha quebrada ("*linear response plateau*"), porém outras são claramente curvilíneas (Tabela 3.). Portanto, para muitos aminoácidos o modelo de linha quebrada subestima as necessidades comparando com as respostas curvilíneas e econômicas. Os autores raramente oferecem informação precisa acerca da aproximação matemática que utilizaram para suas propostas de proteína ideal.

AROUCA et al. (2004) observaram um efeito quadrático para o ganho de peso diário, espessura do toucinho na 10ª costela, espessura do toucinho na última costela e conversão alimentar. Porém houve efeito linear ("*linear response plateau*") sobre o consumo de lisina diário e taxa de deposição de carne magra diária.

Tabela 3.- Necessidades de lisina total (g/kg dieta) segundo o critério utilizado.

MODELO	LINHA QUEBRADA ("linear response plateau")	EXPONENCIAL
Ganho de peso diário	9,24	9,69
Índice de conversão	10,10	11,84
Proporção músculo pechuga	9,75	10,63
Gordura abdominal	11,88	28,78

Fonte: LECLERCQ, 1997.

Outro problema são os aminoácidos não essenciais (NEAA), devido aos poucos dados. Vários autores estimaram que as necessidades de NEAA representam 45% ou menos do total de aminoácidos (BEDFORD & SUMMERS, 1985; MORAN et al., 1996). Ainda, segundo estes autores, esta deficiência foi suprida ao se adicionar ácidos glutâmico e aspártico à dietas com relações EAA/NEAA muito altas. O ácido glutâmico tem uma função chave nas vias metabólicas dos aminoácidos como fator principal nos processos de transaminação, desta forma suprimindo as exigências de NEAA.

SILVA & MORAES (2002) trabalhando com dietas purificadas e níveis crescentes de ácido glutâmico (5,0; 7,5; 10,0; e 12,5%) verificaram um nível ideal de suplementação de 7,5% para os parâmetros produtivos em pintos de corte.

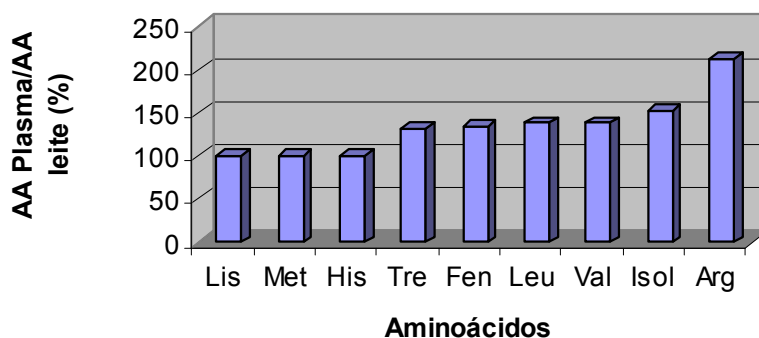
PROTEÍNA IDEAL DINÂMICA

O conceito de proteína ideal tem sido utilizado para estimar as necessidades dos diversos aminoácidos, a partir do conhecimento da exigência de lisina. De acordo com o ARC (1981), como as necessidades de aminoácidos para produção de leite pela porca são bem maiores do que para outros processos metabólicos, o balanço dietético ideal de aminoácidos relativo à lisina deveria ser semelhante ao balanço de aminoácidos do leite da porca. Entretanto, os estudos de TROTIER et al. (1997) têm demonstrado que o perfil de aminoácidos extraídos do plasma pela glândula mamária difere consideravelmente do perfil de aminoácidos da proteína do leite (Figura 1).

Entre os aminoácidos essenciais, os autores encontraram uma retenção significativa de arginina, leucina, isoleucina, valina, fenilalanina e treonina, enquanto não foram observadas retenção de metionina, lisina e histidina. Os autores acreditam que os aminoácidos retidos seriam utilizados para manutenção da glândula mamária, síntese de proteínas estruturais ou como fonte de energia.

Outro aspecto que deve ser levado em consideração no estabelecimento das exigências de aminoácidos de porcas lactantes é o grau de mobilização dos tecidos corporais durante a lactação. KIM et al. (2001) (Tabela 5) sugerem diferentes padrões de proteína ideal para porcas em lactação de acordo com o grau de mobilização do tecido muscular. Assim, para porcas que apresentam baixo consumo voluntário de alimento e substancial mobilização de tecidos durante a lactação, a treonina é um aminoácido crítico, enquanto que a valina torna-se mais importante para porcas tendo um alto consumo de alimento e pouca mobilização de tecidos durante a lactação. A lisina, entretanto, continua a ser o principal aminoácido limitante em ambos os casos.

Figura 1. - Relação entre o perfil de aminoácidos extraídos do plasma e liberados no leite pela glândula mamária.



Fonte: TROTIER et al., 1997.

Tabela 4.– Padrões de proteína ideal para porcas lactantes segundo o nível de mobilização do tecido muscular.

Aminoácido	Nível de mobilização do tecido muscular (%) ^a				
	100	80	60	10	0
Lisina	100	100	100	100	100
Treonina	75	69	63	60	59
Valina	78	78	78	77	77
Leucina	128	123	118	115	115
Isoleucina	60	59	59	59	59
Fenilalanina	57	57	56	56	56
Arginina	22	38	59	69	72
Histidina	34	36	38	38	39

^a 100% significa que 50% dos aminoácidos do leite foram atendidos pela mobilização da proteína corporal

Fonte: KIM et al (2001).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O melhor conhecimento dos requerimentos nutricionais dos suínos com a melhor avaliação dos nutrientes e suas respectivas digestibilidades dos ingredientes, permitiu desenvolver o conceito da proteína ideal, que é uma importante ferramenta utilizada para flexibilizar a formulação, reduzindo margens de segurança e conseqüentemente reduzindo os custos e a emissão de poluentes no meio ambiente.

Existem diferentes padrões de requerimentos aminoacídicos para diferentes estados metabólicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEMAN, F. & ECLERCQ, B. **Br. Poult. Sci.** 38, 607-610, 1997.
- AROUCA, C.L.C.; FONTES, D.O.; FERREIRA, W.M.; SILVA, M.A.; PEREIRA, F.A. Exigências de lisina, com base no conceito de proteína ideal, para suínos machos castrados, de 95 a 122kg, selecionados para deposição de carne magra. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.56, n.6, p.773-781, 2004.
- BEDFORD, M.S. y SUMMERS, J.D. **Br. Poult. Sci.** 26, 483-491. 1985.
- DALE, N.M. FULLER, H.L. Effects of diet composition on feed intake and growth of chicks under heat stress. I. Dietary fat levels. **Poultry science** 58: 1529-1534, 1985.
- FEDNA. Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la formulación de piensos compuestos (2ª ed.). C. de Blas, G.G. Mateos y P.Gª. Rebollar (eds.). Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid, España. 423 pp, 2003.
- FERREIRA, R. A.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; ARAÚJO, C. V.; SILVA, F. C. O.; FONTES, D. O.; SARAIVA, E. P. Redução do Nível de Proteína Bruta e Suplementação de Aminoácidos em Rações para Suínos Machos Castrados Mantidos em Ambiente Termoneutro dos 30 aos 60 kg. **R. Bras. Zootec.**, v.34, n.2, p.548-556, 2005.
- FERREIRA, A. S.; LOPES, T. H. C.; DONZELE, J. L.; COSTA, E. P.; KIEFER, C.; LIMA, K. R. S. Níveis de proteína bruta na ração para porcas pluríparas em gestação. **R. Bras. Zootec.**, v.35, n.3, p.761-767, 2006.
- FIGUEROA, J.L.; LEWIS A.J.; MILLER, P.S.; FISCHER, R.L. Growth performance of gilts fed lowcrude protein diets supplemented with crystalline amino acids including valine, isoleucine and histidine. **J. Anim. Sci.** 78 (suppl1): 65 (Abstra.), 2000.
- FONTES, D. O.; DONZELE, J. L.; OLIVEIRA R. F. M. et al. Níveis de Lisina para Leitoas Selecionadas Geneticamente para Deposição de Carne Magra, dos 30 aos 60 kg, Mantendo Constante a Relação entre Lisina e Metionina+Cistina, Treonina, Triptofano, Isoleucina e Valina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 3, p.776-783, 2000.
- HENRY, Y.; SEVE, B.; COLLÉAUX, Y.; GANIER, P.; SALIGAUT, C.; JÉGO, P. Interactive effects of dietary levels of tryptophan and protein on voluntary feed intake and growth performance in pigs, in relation to plasma free amino acids and hypothalamic serotonin. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 1873-1887, 1992.
- KERR B.J., EASTER R.A. Effect of feeding reduced protein, amino acid-supplemented diets on nitrogen and energy balance in grower pigs. **J. Anim. Sci.** 73:3000-3008. [864], 1995.
- KIM, S.W.; BAKER, D.H.; EASTER, R.A. Dynamic ideal protein and limiting amino acids for lactating sows: Impact of amino acid mobilization. **J. Anim. Sci.**, 79:2356-2366, 2001.
- KIM, S. W.; WU, G. Amino Acid requirements for breeding sows. **II Simpósio Internacional sobre Exigências Nutricionais de Aves e Suínos. 2005.** p.199 – 218, 2005.

LECLERQ, B. Specific effects of lysine in broiler production: comparison with threonine and valine. **Poultry Science** 76: 13-18, 1997.

LECLERCQ, B. Specific effects of lysine on broiler production: Comparison with threonine and valine. **Poultry Science** 77: 118-123, 1998.

MORAN, E.T. & STILBORN, H.L. **Poult. Sci** 75, 120-129, 1996.

MOREIRA, I.; GASPAROTTO, L. F.; FURLAN, A. C.; PATRÍCIO, V. M. I.; OLIVEIRA, G. C. Exigência de Lisina para Machos Castrados de Dois Grupos Genéticos de Suínos na Fase de Terminação, com Base no Conceito de Proteína Ideal. **R. Bras. Zootec.**, v.31, n.1, p.96-103, 2002.

MITCHELL, H.H. **Physiological Reviews** 4, 424-478, 1924.

MITCHELL, H.H. En: Comparative nutrition of man and domestic animals. **Academic Press**, pp 567-647, 1964.

OLIVEIRA, G. C.; MOREIRA, I.; FURLAN, A. C.; BASTOS, A. O.; FRAGA, A. L. Efeito das Dietas de Baixo Teor de Proteína Bruta, Suplementadas com Aminoácidos para Leitões Machos Castrados (15 a 30 kg). **R. Bras. Zootec.** v.33, n.6, p.1747-1757, 2004 (Supl. 1).

POZZA, P. C.; GOMES, P. C.; DONZELE, J. L.; FERREIRA, A. S.; LEÃO, M. I.; SANTOS, M. S.; RODRIGUEIRO, R. J. B. Exigência de Treonina para Leitoas dos 15 aos 30 kg. **Rev. bras. zootec.**, 29(3):817-822, 2000.

RENAUDEAU, D. & NOBLET, J. Effects of exposure to high ambient temperature and dietary protein level on sow milk production and performance of piglets. **J. Anim. Sci.** 79:1540-1548, 2001.

SILVA, F. A. ; MORAES, G. H. K. Efeitos do Ácido L-Glutâmico da Dieta em Pintos de Corte. **R. Bras. Zootec.**, v.31, n.1, p.411-416, 2002 (suplemento).

TROTIER, N.L.; SHIPLEY, C.F.; EASTER, R.A. **Journal of Animal Science**, 75: 1266-1278, 1997.

TUITOEK K., YOUNG L.G., DE LANGE C.F.M., KERR B.J. The effect of reducing excess dietary amino acids on growing-finishing pig performance: an evaluation of the ideal protein concept. **J. Anim. Science** 75:1575-1583. [861], 1997.

WANG, T.C. & FULLER, M.F. The optimum dietary amino acid pattern for growing pigs. Experiments by amino acid deletion. **Brit. J. Nutr.** 62, 77-89, 1989.

ZANGERONIMO, M. G.; FIALHO, E. T.; LIMA, J. A. F.; RODRIGUES, P. B.; MURGAS, L. D. S. Redução do nível de proteína bruta da ração suplementada com aminoácidos sintéticos para leitões na fase inicial. **R. Bras. Zootec.**, v.35, n.3, p.849-856, 2006.