

Artigo Número 85

NÍVEIS DE LISINA E DE METIONINA + CISTINA E PROTEÍNA BRUTA PARA MELHOR QUALIDADE DE OVO E DE CARÇAÇA DE AVES E DE SUÍNOS

Gladstone Brumano¹

Introdução

Entre os diversos nutrientes presentes nas dietas de aves e suínos, a proteína é considerada um dos principais, possui elevado custo e é importante no desempenho dos animais. Durante muitos anos, a formulação de rações para aves e suínos estava baseada no conceito de proteína bruta (quantidade de nitrogênio x 6,25). Isso freqüentemente resultava em dietas com conteúdo de aminoácidos superior aos requerimentos reais dos animais.

Atualmente, os avanços no conhecimento do metabolismo protéico e o surgimento de novos aminoácidos sintéticos, com produção em grande escala comercial e a preços compatíveis, têm permitido aos nutricionistas formulações de dietas mais próximas da exigência animal, resultando em melhor aproveitamento da proteína dietética, com menores custos e produção de resíduos menos nocivos ao meio ambiente.

Outra grande vantagem do uso de aminoácidos sintéticos é a possibilidade de se estabelecer uma relação ideal entre todos os aminoácidos na dieta, através do conceito de proteína ideal, tendo como resultado imediato a redução dos níveis protéicos da ração.

De acordo com Emmert & Baker (1997) a proteína ideal pode ser definida como o balanceamento exato dos aminoácidos, sem deficiências ou sobras, com o objetivo de satisfazer os requisitos absolutos de todos os aminoácidos para manutenção e para ganho máximo de proteína corporal, reduzindo o uso de aminoácidos como fonte de energia e diminuindo a excreção de nitrogênio. O aminoácido lisina foi escolhido pelos pesquisadores como referência (padrão = 100).

Novos caminhos para melhorar a qualidade dos produtos de origem animal é uma tendência inquestionável na produção de alimentos. Nesse contexto, a avicultura e a suinocultura de corte têm experimentado, com grande rapidez, o melhoramento de seu potencial genético e o aumento da demanda de produtos pós-processados. Com a rapidez com que estes animais têm melhorado o seu potencial genético e, com o aumento da demanda de produtos pós-processados, ocorre grande interesse pela composição e qualidade da carcaça, principalmente no que diz respeito ao rendimento de carne e na sua composição, com pouca gordura, sendo esta uma característica necessária e desejada. Dentre os diversos fatores que afetam a qualidade da carcaça de aves e suínos, a alimentação é a forma mais estudada pelos pesquisadores. Lisina e metionina+cistina são exemplos de aminoácidos que podem ser manipulados de forma a promover uma melhora na carcaça das aves e dos suínos.

Porém, verificam-se consideráveis variações entre os valores de exigências de aminoácidos (lisina e metionina+cistina) e proteína para aves e suínos, devido ao fato de os pesquisadores concluírem em seus experimentos as exigências com base em diversos parâmetros (consumo de ração, conversão alimentar, peso final, rendimento de carcaça, qualidade de carcaça e de carne). As exigências para melhor qualidade de carcaça mostram-se diferentes em relação às exigências para melhor desempenho, como ganho

¹ Doutor em Zootecnia, gbrumano@yahoo.com.br

de peso, consumo de ração e conversão alimentar (Cabel e Waldroup, 1991; Fancher e Jensen, 1989; Leclercq, 1998; Costa et al., 2006).

Da mesma forma que a avicultura de corte tem focado pesquisas no sentido de melhorar a qualidade das carcaças e carnes produzidas, a avicultura de postura procura através da genética e nutrição, além de melhores números de produção, melhorar a qualidade dos ovos produzidos. Sendo os sólidos do albúmen do ovo quase inteiramente protéicos, a demanda de proteína e aminoácidos é grande, ou seja, uma carência de aminoácidos resultaria num decréscimo da quantidade de albúmen e conseqüentemente do tamanho do ovo, de forma similar afetaria a quantidade de gema. Nos últimos anos, tem havido notável incremento na proporção de albúmen em relação à gema, como consequência do melhoramento genético, produzindo ovos com menor conteúdo de matéria seca, lipídios, calorias e colesterol. Conseqüentemente, a demanda de proteína para síntese do ovo aumentou (Grobas & Mateos, 1996).

Os aminoácidos e demais nutrientes fornecidos e consumidos em cada fase alimentar têm influência direta no resultado final de desempenho, das características das carcaças e dos produtos (ovos) e nas exigências nutricionais das fases seguintes. O uso de equações matemáticas constituídas a partir de inúmeros resultados de experimentos, apresenta-se como uma saída para estimar as exigências dos animais com base em diversos parâmetros. Assim, o resultado deste processo estatístico que compila as informações de desempenho e de características de carcaças dos animais pode direcionar a produção de carne e ovos de acordo com o as características que se pretende ressaltar nestes produtos. As equações teriam como variáveis o potencial da taxa de crescimento e de deposição de gordura, as condições ambientais fornecidas, idade, sexo, linhagens e demais variáveis que alteram o rendimento esperado.

Níveis de lisina e de metionina + cistina e proteína bruta para melhor qualidade de carcaça de frangos de corte

Os parâmetros mais importantes para caracterizar a qualidade da carcaça das aves são; os rendimentos de carcaça e de carne de peito e a gordura da carcaça. A carne de peito é o componente com maior valor monetário de toda ave. É considerada, ao mesmo tempo, uma medida muito sensível que indica a suficiência nutricional da dieta. Dentro do ciclo de produção, a carne de peito aumenta continuamente, como porcentagem do peso corporal e de proteínas do corpo. Assim, a partir do momento em que existir limitação no fornecimento dos aminoácidos essenciais na dieta, a deposição de carne de peito será o primeiro local a reduzir a síntese de proteínas.

Lin (1981) argumenta algumas razões biológicas que fazem com que a ave tenha maior capacidade de acúmulo de gordura: as aves possuem pequena capacidade de armazenar carboidratos e proteínas e um tecido adiposo que acumula grande quantidade de gordura, assim, o excesso de carboidratos e proteínas é convertido em gordura, porém o inverso não acontece; o mecanismo genético que determina a síntese de proteína é muito mais complexo que o da síntese de gordura, sendo que a seleção para maior ganho de peso aumentou a capacidade de consumo das aves; e o excesso de nutrientes ingeridos, além das exigências de manutenção e deposição de proteína, é utilizado na síntese de gordura.

Wiseman e Lewis (1998) afirmam que alto teor de gordura nas carcaças é motivo de queda no rendimento industrial, devido a perda de parte de tecido durante as várias etapas do processamento, e no valor comercial dos cortes. McLeod (1982) acrescenta que a presença de resíduos de gordura junto à água utilizada durante todo o processo

industrial dificulta o adequado tratamento dos afluentes. Na prática, uma certa quantidade de gordura intramuscular é desejável para garantir maciez, suculência e sabor à carne de frango (Leenstra, 1986).

De acordo com Kessler (1999), a grande capacidade de consumo das atuais linhagens de frangos de corte associado ao inadequado balanceamento dietético são os principais responsáveis pela maior deposição de gordura observada na carcaça das aves. A gordura abdominal representa cerca de 2,5% do peso vivo dos frangos em idade de abate. Quando ocorre desbalanceamento de aminoácidos, verifica-se limitação no conteúdo de tecido magro e, conseqüentemente, direcionamento de calorias para o tecido lipídico (Leeson, 1995). O fato de que as exigências têm sido em grande parte determinadas em função do ganho de peso e da conversão alimentar de certa forma leva a uma dieta menos adequada para maximização do crescimento do tecido magro. A forma pela qual o aumento nos níveis de aminoácidos limitantes reduz a gordura nas carcaças de frangos de corte é indireta, ou seja, é resultado do maior direcionamento das calorias para deposição de tecido magro. Alguns experimentos têm mostrado que, à medida que o nível de proteína é reduzido, diminui o tecido magro (proteína) e aumenta a gordura abdominal (Fancher e Jensen, 1989 e Costa et al., 2001). Entretanto, em um mesmo nível protéico, a suplementação de aminoácidos aumenta o conteúdo de proteína e reduz o teor de gordura do peito de frangos de corte.

Muitos fatores influenciam a qualidade da carcaça dos frangos (deposição de gordura e proteína), entre eles destacam-se: idade de abate, sexo, linhagem, ambiente térmico, programas de alimentação, energia disponível, proteína bruta, fibra, relação energia/proteína, qualidade da proteína fornecida e níveis de lisina nas dietas (Niето et al., 1995 e Leeson, 1995). Outros fatores tais como, sistema de alojamento (piso ou gaiola) e programa de luz afetam a deposição de gordura abdominal.

O excesso de proteína é catabolizado e excretado na forma de ácido úrico. Enquanto o custo metabólico para incorporar um aminoácido na cadeia protéica está avaliado em 4 mol de ATP, o custo metabólico para excretar os aminoácidos está estimado entre 6 e 18 mol de ATP, segundo a quantidade de N por aminoácido, indicando que, a degradação dos aminoácidos tem alto custo energético para os frangos (Mc Lead, 1997). Cabel e Waldroup (1991) utilizando dietas isocalóricas de 3.200 kcal EM/kg de ração com níveis protéicos variáveis entre 15 e 27% de proteína bruta, nas fases de 0 a 21, 22 a 42 e 42 a 56 dias de idade, constataram que as aves alimentadas com baixos níveis de proteína bruta, apresentaram um aumento no conteúdo da gordura na carcaça em relação às aves alimentadas com dietas controle. E as aves que consumiram dietas com altos níveis de proteína, apresentaram uma melhoria na utilização do alimento propiciando uma diminuição do conteúdo de gordura na carcaça. O efeito depressivo das rações com alto teor protéico sobre a lipogênese hepática e o alto custo energético da síntese de ácido úrico podem explicar a redução na deposição de gordura, em carcaças de frangos de corte (Cabel et al., 1988). Fancher e Jensen (1989) submetendo frangos de corte, no período de 22 a 42 dias de idade, a rações isocalóricas contendo, aproximadamente, 22, 19 e 16% de proteína bruta, atendendo às exigências mínimas em aminoácidos essenciais, obtiveram pior eficiência alimentar e maior deposição de gordura abdominal com a diminuição do teor de proteína da ração, entretanto o ganho de peso não foi influenciado. Costa et al. (2001) ao verificar o efeito de diferentes níveis de proteína bruta (17,5 a 19,5%) na ração sobre o desempenho e avaliação de carcaça de frangos de corte Ross, machos e fêmeas, no período de 22 a 42 dias de idade, constatou que os frangos alimentados com rações contendo baixos níveis de proteína bruta apresentam aumento da gordura abdominal. A resposta dos animais aos níveis protéicos da dieta para conversão alimentar foi similar ao valor para melhor teor de gordura abdominal (tabela 1).

Tabela 1 – Efeito dos níveis de proteína sobre o ganho de peso, conversão, filé de peito e gordura abdominal, de machos e de fêmeas, no período de 22 a 42 dias de idade

Níveis de PB (%) (%)	Ganho de peso (g)		conversão alimentar (g/g)				filé de peito	
	M	F	M	F	M	F	M	F
17,50	1651	1251	1,816	2,016	23,10	23,46	3,19	3,47
18,00	1621	1288	1,815	1,955	23,49	23,21	2,81	3,58
18,50	1646	1299	1,806	1,960	23,05	23,47	3,19	3,85
19,00	1648	1291	1,761	1,937	23,29	23,30	3,02	3,15
19,50	1660	1252	1,752	1,946	22,88	24,16	2,74	3,20
Média	1645	1276	1,790	1,963	23,16	23,52	2,99	3,45
Regressão	NS	Q**	L**	L**	NS	NS	L*	L**

L** - Efeito linear ($P < 0,01$); L* - Efeito linear ($P < 0,05$); Q** - Efeito quadrático ($P < 0,01$); NS - Não significativo; M - Macho; F - Fêmea.

Adaptado de Costa et al. (2001)

Devido ao grande valor atribuído à carne de peito em comparação a outras, cresce o interesse no aumento do rendimento da mesma através da nutrição, especialmente com o uso de lisina suplementar, pois vários trabalhos têm demonstrado que maiores níveis de lisina aumentam o rendimento de peito e reduzem o de gordura abdominal (Moran Jr. e Bilgili, 1990; Acar et al., 1991; Barbosa et al., 2000 e Costa et al., 2006). Já a deficiência de lisina afeta o crescimento das aves reduzindo principalmente a deposição de proteína nos músculos do peito, entretanto afeta também os músculos das asas e pernas (Nascimento, 2003).

De acordo com Nieto et al. (1995), o aumento no ganho de peso observado nas aves com a suplementação adicional de lisina não se dá por alteração na taxa de síntese protéica dos músculos, mas pela redução do catabolismo das proteínas. Leenstra (1986) acrescenta que a energia dietética tem um maior efeito sobre a deposição de gordura quando são baixos os níveis de lisina na ração. O aumento dos níveis deste aminoácido reduz a quantidade de gordura abdominal. Nascimento (2003) completa afirmando que a suplementação de lisina acima da exigência para maior ganho de peso resulta no aumento da síntese protéica. O uso de ração deficiente em lisina, faz com que a ave aumente a ingestão de ração, a fim de atingir a sua exigência do aminoácido limitante e manter o seu crescimento, esse comportamento piora a conversão alimentar, e o maior consumo de energia aumenta a deposição de gordura na carcaça.

Os aminoácidos lisina (principal para deposição de proteína corporal) e metionina (principal para o crescimento das penas e manutenção) são unidades fundamentais para compor estrutural e funcionalmente o organismo animal. Para as aves, são os componentes estruturais de diversos tecidos, como músculos, penas e pele, além de serem constituintes de hormônios e enzimas. A proteína da carne de frango é muito rica

em lisina, representando este aminoácido cerca de 9% do total da proteína (Scott et al., 1982). O requerimento de lisina para máxima retenção de proteína e, conseqüentemente, maior produção de cortes nobres de frangos de corte é maior que a exigência para melhor desempenho.

Sibbald e Wolynetz (1986), estudando o requerimento de lisina de pintos de corte no período de 9 a 18 dias de idade, constataram que o requerimento de lisina para maior retenção de proteína e menor teor de gordura abdominal na carcaça foi superior ao requerimento para ganho de peso. Acar et al. (1991) estudaram o requerimento de lisina de duas linhagens comerciais de frangos de corte no período de seis a oito semanas, sendo uma considerada de crescimento lento e a outra de crescimento rápido. Quando os machos dessas duas linhagens foram alimentados com níveis crescentes de lisina de 0,75 a 1,15% da dieta, o ganho de peso e a eficiência alimentar não responderam à suplementação com lisina. Todavia, a linhagem de crescimento lento apresentou menos gordura e maior rendimento de carcaça na forma de peito que a linhagem de crescimento rápido, obtendo-se, assim, uma resposta da linhagem de crescimento lento a suplementação de lisina para rendimento de peito.

Leclercq (1998) afirmou que o aminoácido lisina exerce efeitos específicos sobre a composição corporal das aves em níveis dietéticos maiores que o requerido para máximo crescimento, o que também resulta em aumento na taxa de conversão alimentar. O requerimento para máximo ganho de peso é menor que para rendimento de carne de peito, o qual é menor que a exigência para conversão alimentar, e finalmente, o requerimento para mínimo de gordura abdominal é o maior de todos. Este autor observou que o aumento dos níveis de lisina (0,80 a 1,25%) para frangos de corte machos, no período de 20 a 40 dias, reduziu o conteúdo de gordura abdominal das aves. O rendimento de gordura abdominal na carcaça de frangos de corte Ross de 3 a 6 semanas reduziu com o aumento dos níveis de lisina digestível (0,51 a 1,11%) na dieta (Han & Baker, 1994). Frangos de corte machos da linhagem Ross, no período de 21 a 42 dias de idade, submetidos a níveis crescentes de lisina (1,00; 1,10; 1,20%), não melhoraram o ganho de peso, consumo, conversão alimentar e mortalidade, no entanto, o aumento dos níveis de lisina reduziu o percentual de gordura abdominal da carcaça (Mendes et al. 1997).

Costa et al. (1999), trabalhando com frangos de corte machos e fêmeas Ross, no período de 22 a 40 dias, submetidos a dietas com diferentes níveis de lisina (0,92 a 1,22%) observaram que a gordura abdominal reduziu com o aumento dos níveis de lisina.

Tesseraud et al. (1992) estudando os efeitos de diversos níveis de lisina (0,65 a 1,13%) sobre as taxas de síntese e degradação protéica no músculo do peito, concluíram que a maior deposição de proteína observada em pintos de corte machos no período de 1 a 3 semanas de idade, alimentados com dietas de maior suplementação de lisina, é resultado da redução do turnover protéico.

Costa et al. (2006) ao determinar a exigência de lisina de frangos de corte de 22 a 42 e 43 a 49 dias de idade, encontrou a exigência de 1,111% de lisina para a mínima deposição de gordura abdominal em relação ao ganho de peso (1,102% de lisina) de 22 a 42 dias, estando de acordo com Leclercq (1998) que afirma que a exigência para mínima deposição de gordura animal é mais elevada do que para o ganho de peso, conversão alimentar e rendimento de peito. No período de 43 a 49 dias este autor constatou aumento linear do rendimento de peito com o aumento de lisina na ração (0,850; 0,930; 1,010; 1,090; 1,170 e 1,250% de lisina total).

Moran Jr. e Bilgili (1990) relataram que é possível melhorar o rendimento dos cortes nobres de frangos, pois, trabalhando com machos e fêmeas de diferentes marcas

comerciais, no período de 28 a 42 dias de idade, observaram que, ao se elevar o teor de lisina da dieta, o ganho de peso das aves não melhorou, mas houve aumento significativo no rendimento de peito e coxas e decréscimo no percentual de gordura da carcaça. Barbosa et al. (2000) trabalhando com níveis de lisina (0,825 a 1,125%) em duas linhagens de frangos de corte e os dois sexos, no período de 15 a 40 dias de idade, encontrou efeito linear para deposição de gordura, à medida que aumentava os níveis de lisina, menor era a deposição de gordura na carcaça (tabela 2). Para o parâmetro carne de peito, encontrou efeito quadrático e valor médio de exigência de lisina semelhante ao parâmetro conversão alimentar e maior que o parâmetro ganho de peso.

No entanto, Almeida et al. (2002) trabalhando com níveis elevados de lisina (1,02; 1,10 e 1,21%) em ração de frangos de corte de 1 a 21, 22 a 42 e 43 a 49 dias de idade, não encontraram melhora na qualidade e rendimento da carne de peito, concluindo que os níveis de lisina recomendados pelo NRC (1994) são adequados para maximizar o rendimento e a qualidade do peito de frangos de corte.

Tabela 2 - Efeito dos níveis de lisina, em porcentagem, sobre o rendimento de carcaça, peito com osso, carne de peito e gordura abdominal de machos e fêmeas de duas marcas comerciais de frangos de corte, no período de 15 a 40 dias de idade.

Níveis abdominal	Carcaça		Peito com osso		Carne de peito			Gord.	
	M	F	M	F	M	F	M	F	
Ross									
0,825	65,9	66,0	26,6	28,4	18,6	19,9	2,8	3,1	
0,885	67,0	66,7	28,1	29,2	20,7	21,3	2,5	2,8	
0,945	67,8	68,1	29,2	30,2	22,1	22,7	2,6	2,8	
1,005	68,3	67,5	30,1	30,9	22,8	22,5	2,3	2,4	
1,065	68,5	67,8	30,3	30,9	23,5	22,9	2,4	2,7	
1,125	67,6	67,4	30,7	30,7	23,6	23,3	2,3	2,6	
Média	67,5	67,3	29,2	30,1	21,9	22,1	2,5	2,7	
Regressão	Q**	Q*	L**	Q**	Q**	Q**	L**	L**	
Hubbard									
0,825	65,6	65,1	25,5	26,6	17,4	18,3	2,7	2,6	
0,885	66,2	65,2	26,9	27,6	19,0	19,6	2,3	2,5	
0,945	65,9	66,1	26,9	28,4	19,7	20,2	2,1	2,5	
1,005	66,0	65,9	28,0	28,9	21,0	21,0	2,0	2,4	
							2,4		
1,065	66,1	65,6	28,2	28,5	20,8	20,6	2,1	2,2	
1,125	65,8	65,7	28,4	28,8	20,5	21,0	2,0	2,1	
Média	65,9	65,6	27,3	28,1	19,7	20,1	2,2	2,4	
Regressão	NS	NS	L**	Q*	Q**	Q**	Q**	L**	

Q* Efeito quadrático (P<0,05).; Q** Efeito quadrático (P<0,01).; L* Efeito linear (P<0,05).; NS - Não-significativo. Adaptado de Barbosa et al. (2000)

Silva (1997) ao determinar as exigências de metionina+cistina de duas linhagens de frangos de corte, machos e fêmeas, constatou que as exigências para melhor qualidade de carcaça (teor de gordura na carcaça) eram superiores as variáveis de desempenho para as duas linhagens e sexos. Trabalhando com frangos de corte de 3 a 6 semanas de idade, Jensen et al. (1989) constatou que o aumento do nível dietético de metionina demonstrou redução no conteúdo de gordura abdominal. O mesmo fenômeno foi verificado por Schutte & Pack (1995) ao trabalharem com frangos de corte de 14 a 38

dias de idade. Estes autores estimaram a exigência em pelo menos 8,8 g/kg, e comentaram que a diminuição da gordura abdominal resultante do acréscimo de aminoácidos na dieta, está associada ao aumento do incremento calórico envolvido na degradação do excesso de nitrogênio até ácido úrico.

Junior et al. (2006) verificaram maior exigência de metionina+cistina (0,61 a 1,01%) para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade para melhor rendimento de peito e menor gordura abdominal do que para os parâmetros de ganho de peso e conversão alimentar. Igualmente, Junior et al. (2005) constataram maior valor de exigência de metionina+cistina para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade para maior rendimento de carcaça (0,864%) e menor deposição de gordura abdominal (0,864%) do que para maior ganho de peso (0,758%) e melhor conversão alimentar (0,753%). Estes autores comentam que os efeitos do incremento progressivo dos níveis de aminoácidos dietéticos nas aves seguem seguinte hierarquia: exigência para máximo crescimento, exigência para melhor conversão alimentar, exigência para melhor carcaça, com menos gordura, exigência para ótima composição de carcaça e exigência para maior porcentagem de peito. Da mesma forma, Sibbald & Wolinetz (1986) afirmam que o requerimento de aminoácidos essenciais, sobretudo dos sulfurosos e de lisina, para o máximo rendimento de carne de peito está acima do considerado adequado para o crescimento. Este fato também foi verificado por Huyghebaert e Pack (1996), em que a suplementação de metionina e de cistina aumentaram claramente o rendimento ao abate e o rendimento de peito, e houve redução da deposição de gordura. Araújo et al. (2004) utilizando três critérios (publicações) diferentes de formulação de ração para frangos de corte de 43 a 49 dias de idade, onde as principais variações entre as publicações era o nível de treonina, metionina e metionina+cistina digestíveis (0,73; 0,81 e 0,69%), com o objetivo de avaliar as características de desempenho e de carcaça, constataram que a formulação que apresentava o maior nível de metionina+cistina digestível, apresentou os melhores resultados de rendimento de peito (tabela 3).

Tabela 3 - Rendimento de carcaça e de parte e porcentagem de gordura abdominal de frangos de corte de 43 a 49 dias de idade, alimentados com dietas formuladas com diferentes critérios de digestibilidade de aminoácidos.

Parâmetros	Critérios			
	Baker and Chung	Degussa	Rostagno (%)	CV(%)
Carcaça	81,09 a ¹	80,69 a	80,65 a	4,28
Peito	27,19 ab	28,45 a	27,04 b	4,64
Pernas	28,85 a	28,54 a	28,74 a	3,29
Asas	10,12 a	10,17 a	10,19 a	4,48
Gordura abdominal	2,96 a	2,97 a	2,87 a	14,71

¹ Médias seguidas por letras distintas na linha, diferem pelo teste Tukey's (p<0,05). Adaptado de Araújo et al. (2004)

Wallis (1999) verificou que suplementos dietéticos de metionina aumentaram o rendimento de peito e diminuíram a gordura abdominal em frangos em crescimento. As aves cresceram significativamente mais rápido, comeram mais e tiveram uma melhor eficiência alimentar quando havia mais DL-metionina ou um análogo (hidróxi-análogo de metionina sem ácido, MHA-FA) na dieta. Depois de retirar a variação devida a diferenças de tratamento na massa corporal, os dados mostraram que a adição de DL-metionina ou de MHA-FA à dieta aumentou a massa de peito e reduziu a gordura abdominal.

Quantidades crescentes de DL-metionina reduziram a variabilidade em peso vivo e peso da carcaça, peito e gordura abdominal.

Níveis de lisina e de metionina + cistina e proteína bruta para melhor qualidade de ovo

A avicultura de postura comercial registra perdas econômicas significativas devido aos problemas de má qualidade dos ovos, em função principalmente de quebra causada pela má formação da casca e pela ausência de casca dos ovos. A perda de ovos, associada à baixa qualidade de casca, aumenta com o avanço da idade. A qualidade interna dos ovos também é reduzida sensivelmente com o avanço da idade.

Além da característica da casca, também as características internas apresentam grande valor quando se trata de qualidade de ovos. Para os consumidores a qualidade dos ovos está relacionada não somente com a resistência da casca, mas também com as características sensoriais e com a composição nutricional dos ovos em termos de vitaminas e de ácidos graxos. Já para a indústria de processamento de ovos, a qualidade de ovos está relacionada com as propriedades funcionais dos componentes internos dos ovos, principalmente do que diz respeito ao volume e a consistência do albúmen. Os avanços na nutrição e suas estratégias, juntamente com o manejo adequado, têm contribuído grandemente para manter e melhorar a qualidade dos ovos das atuais linhagens.

As medidas de unidades Haugh, os índices de albúmen e de gema e a porcentagem dos componentes e nutrientes dos ovos, estão correlacionados à qualidade interna dos ovos. A medida de unidade Haugh é baseada numa relação entre a altura do albúmen e o peso do ovo, muito utilizado como medida de qualidade de albúmen. Altos valores de unidade Haugh indicam alta qualidade interna dos ovos. O índice de albúmen é a relação entre a altura do albúmen denso e a média dos diâmetros maior e menor desta camada, enquanto o índice de gema é a relação entre a altura da gema e a média dos seus diâmetros, maior e menor (Goulart, 1997).

O genótipo, idade das aves, alimentação, manejo, ciclo de produção, fatores sanitários e ambientais influenciam na qualidade dos ovos. Para que as aves apresentem o desempenho produtivo esperado, o que inclui a produção de ovos de qualidade, a alimentação é um dos itens de maior impacto, devendo se considerar nesse sentido, a qualidade da ração e as exigências nutricionais. Estas últimas são influenciadas por vários fatores, entre eles o nível da produção, idade das aves, temperatura ambiente e o nível de estresse. Para conservar ou melhorar a qualidade dos ovos, é estratégico utilizar programas de alimentação por fase (considerando a idade, linhagem, temperatura ambiente) na qual se incluem as metodologias para ajuste dos níveis de cálcio, fósforo, vitaminas, níveis de energia, proteína e aminoácidos (principalmente sulfurados), etc., para controle da qualidade de casca, tamanho dos ovos e da qualidade interna.

O requerimento de proteína está associado com a taxa de produção e tamanho dos ovos. A proteína é requerida para o desenvolvimento de todos os animais, tanto para o crescimento, como para ganho de peso (síntese de proteína corporal) e em se tratando de poedeiras, uma boa proporção da proteína exigida, (13 a 14%) vai para a síntese do ovo (USDA, 2001). De acordo o NRC (1994) a dieta deve garantir os aminoácidos essenciais e nível adequado de proteína bruta para assegurar satisfatório "pool" de nitrogênio para a síntese de aminoácidos. No entanto, em condições ambientais brasileiras de temperaturas elevadas, devemos sempre elevar a quantidade de aminoácidos sintéticos (metionina, lisina e treonina) com o mínimo incremento de

proteína para não ocorrer aumento na produção de calor endógeno gerado pela digestão protéica. A composição química do albúmen do ovo é bastante estável e difícil de ser modificada nutricionalmente, em função de seus componentes serem segregados pelas células epiteliais do oviduto. Assim, uma alteração nutricional da ração, não modifica de forma substancial sua composição, porém, pode alterar a relação gema/albúmen (Mateos, 1991).

Pavan et al. (2005) objetivando maximizar a produção e a qualidade dos ovos através de níveis protéicos (14; 15,5; 17%) e de aminoácidos sulfurosos (0,57; 0,64; 0,71%), constataram que o peso dos ovos aumentou conforme se aumentava o nível de metionina da dieta. Com base em produção e peso dos ovos os autores concluíram como sendo a exigência de 14 % de proteína e 0,71% de aminoácidos sulfurosos totais. Porém, analisando a porcentagem de albúmen, um importante parâmetro para qualidade interna dos ovos, verifica-se um aumento neste com o aumento da proteína e níveis mais elevados de metionina. Penz Jr. & Jensen (1991) avaliando o teor de proteína sobre peso de ovos e seus componentes, verificaram redução no peso com a diminuição do teor protéico. Igualmente redução foi verificada para o teor de albúmen (tabela 4).

Tabela 4 – Efeito protéico da dieta e suplementação de aminoácidos sobre os principais componentes do ovo de galinhas de 28 a 34 semanas de idade.

Tratamentos	Albúmen		Gema		Casca	
	g	%	g	%	g	%
16% PB	37,7	63,3	15,8	26,5	6,1	10,2
13% PB	35,7	62,9	15,3	26,9	5,8	10,2
13% + N ¹	35,3	62,9	15,1	27,0	5,6	10,1
13% + Lisina ²	35,1	62,4	15,4	27,3	5,8	10,3
13% + L (20%) ³	35,3	62,2	15,5	27,4	5,9	10,4
13% + M (20%) ³	35,5	62,8	15,3	27,1	5,7	10,1
13% + Trp (20%) ³	35,5	62,6	15,4	27,2	5,8	10,2
13% + L, M, Trp (20%) ³	35,2	62,0	15,7	27,7	5,9	10,3

1 Adição de glicina e ácido glutâmico para prover nitrogênio suficiente a um acréscimo de 3% na proteína bruta.

2 Suplementação de lisina para equivaler ao NRC (1984).

3 Suplementação de lisina, metionina e triptofano para exceder em 20% as recomendações do NRC (1984).

Adaptado de Penz Jr. & Jensen (1991)

Prochaska et al. (1996) ao verificarem o consumo de lisina sobre produção, peso dos ovos e parâmetros de qualidade (porcentagem de albúmen, proteína e sólidos totais), obteve os seguintes resultados. No primeiro experimento, com galinhas poedeiras de 42 a 64 semanas de idade, e três consumos de lisina (677; 1154 e 1,613 mg/ave/dia), o consumo de lisina de 1,613 comparado ao de 677 mg/ave/dia aumentou o peso, sólidos totais e proteína do albúmen e peso de ovo. Não houve diferença significativa em produção de ovos, consumo de ração, peso de ovo, sólidos totais e proteína da gema. No segundo experimento, com galinhas poedeiras de 23 a 38 semanas de idade, e quatro consumos de lisina (638; 828; 1,062 e 1,165 mg/ave/dia), o consumo de lisina de 1,165 mg/ave/dia resultou em baixo consumo de alimento e produção de ovos. Consumo de lisina de 1,062 comparou a 638 mg/ave/dia resultou em maiores sólidos totais e proteína do albúmen e produção de ovos. Novak et al. (2004) perceberam um aumento significativo no percentual de albúmen dos ovos de poedeiras leves no período de 44 a 63 semanas de idade alimentadas com 959 mg de lisina total/ave/dia quando comparado

aos ovos das aves alimentadas com 860 mg de lisina total/ave/dia e este aumento refletiu diretamente no percentual de sólidos do albúmen.

Petersen et al. (1983) sugeriram que o controle da ingestão de metionina poderá evitar o aumento do peso dos ovos e garantir sua qualidade externa. Esses autores concluíram que a restrição da ingestão ao nível de 255 mg/ave/dia resultou em redução do peso médio dos ovos e aumento na qualidade interna e de casca dos mesmos. Para aves no final do primeiro ciclo e do segundo ciclo de produção, que produzem ovos maiores, a menor ingestão de metionina pode ser de grande ajuda no controle da qualidade externa dos ovos.

Shafer et al. (1996) examinando os efeitos de consumo de metionina na qualidade dos componentes e composição de ovos de poedeiras, compararam em um primeiro experimento (tabela 5), um consumo alto de metionina de 512 com 326 mg/ave/dia. Consumo de 512 mg/ave/dia aumentou o peso de ovo e sólidos totais e massa dos componentes do albúmen e da gema. Num segundo experimento (tabela 6), estes mesmos autores verificaram que não houve diferenças no peso e produção dos ovos entre os níveis de metionina estudados (328, 354, 392, e 423 mg/ave/dia), contudo, houve aumento significativo no teor de proteína bruta do albúmen e gema, à medida que se aumentou a ingestão diária de metionina. Estes resultados indicam que um maior consumo de metionina altera a composição do ovo.

Tabela 5 - Peso do ovo e percentual de componentes e sólidos totais de ovos de poedeiras (52-60 sem) alimentadas com diferentes níveis de metionina (Experimento 1).

Ingestão de metionina (mg/ave/dia)	Peso		Albúmen		Gema		
	(g)	(g)	(%)	sólidos (%)	(g)	(%)	sólidos (%)
326	61,5 b	35,8 b	58,2	11,1 b	18,3 b	29,8	49,9 b
512	63,2 a	36,9 a	58,4	11,4 a	18,9 a	29,9	50,4 a

Médias seguidas de letras diferentes em uma mesma coluna diferem entre si pelo teste Duncan ($p < 0,05$). Adaptado de Shafer et al. (1996)

Tabela 6 - Sólidos totais e proteína bruta do albúmen e da gema em ovos de poedeiras (38-62 sem) alimentadas com diferentes níveis de metionina (Experimento 2).

Ingestão de metionina (mg/ave/dia)	Albúmen		Gema	
	Sólidos	Proteína (%)	Sólidos	Proteína
328	11,6 b	9,9 b	50,7 a	15,9 b
354	11,6 b	10,1 b	50,4 b	15,9 b
392	11,8 ab	10,4 a	50,7 a	16,6 a
423	11,9 a	10,5 a	50,7 a	16,7 a

Médias seguidas de letras diferentes em uma mesma coluna diferem entre si pelo teste Duncan ($p < 0,01$). Adaptado de Shafer et al. (1996)

Estes mesmos autores (Shafer et al., 1998), trabalhando três consumos de metionina (413; 507 e 556 mg/dia/ave) com poedeiras de 29 a 53 semanas de idade, verificaram exigência de metionina similar para melhora na qualidade interna dos ovos e para maior produção de ovos (tabela 7).

Tabela 7 - Produção de ovos, peso dos ovos e percentual dos componentes de ovos de poedeiras alimentadas com diferentes níveis de metionina.

Ingestão metionina (mg/ave/dia)	Produção (%)	Peso (g)	Albúmen		Gema	
			(%)	(g)	(%)	(g)
413	83,7 ab	63,7 b	68,5	38,5 b	31,5	17,5 b
507	85,7 a	65,1 a	68,6	39,7 a	31,4	18,0 ab
556	83,0 b	65,6 a	68,6	39,9 a	31,4	18,1 a

Médias seguidas de letras diferentes em uma mesma coluna diferem entre si pelo teste t ($p < 0,01$). Adaptado de Shafer et al. (1998)

Carey et al. (1991) obtiveram aumento no peso dos componentes dos ovos através do aumento da ingestão de metionina diária (326 para 512 mg/ave). Aumentos significativos no peso e na massa dos componentes dos ovos, bem como o teor dos sólidos da gema e do albúmen foram obtidos pelas aves que receberam o nível mais alto de metionina.

Cupertino (2006) verificou aumento do peso do ovo à medida que aumentou os níveis de metionina+cistina digestíveis (0,492; 0,544; 0,596; 0,648 e 0,700%) na ração de poedeiras leves e semipesadas, no período de 54 a 70 semanas de idade. Porém não encontrou diferença no índice gema, albúmen e unidade haugh. Verificando níveis de lisina (0,555; 0,605; 0,655; 0,705 e 0,755%) no mesmo período e mesmas linhagens de aves, encontrou efeito linear sobre a quantidade de albúmen e sobre a quantidade de gema mostrando que o ganho obtido no peso destes ovos foi consequência do aumento na quantidade de seus componentes internos. Sá (2005) encontrou efeito linear dos níveis de lisina digestível (0,584; 0,634; 0,684; 0,734; e 0,784%) sobre o peso dos ovos de poedeiras leves e semipesadas de 34 a 50 semanas de idade da mesma forma. Sobre os parâmetros de qualidade (índice gema e albúmen e unidade haugh) não houve efeito significativo. Ao verificar os níveis de metionina+cistina digestíveis (0,517; 0,569; 0,624; 0,679; e 0,734%) para poedeiras leves, encontrou efeito quadrático e similar para conversão e peso de ovos. Também não houve efeito significativo para os parâmetros de qualidade.

No entanto, Brumano (2007) (dados ainda não publicados) trabalhando com poedeiras leves de 24 a 40 semanas de idade, verificou redução na qualidade do ovo (índice gema e albúmen e unidade haugh) à medida que aumentava o consumo de metionina+cistina digestíveis. Estes parâmetros sofrem influência do peso do ovo, que aumentou com o aumento no consumo de metionina+cistina digestíveis (tabela 8). A porcentagem de gema aumentou com o aumento no consumo de metionina+cistina digestíveis e a porcentagem de albúmen não houve efeito significativo.

Da mesma forma, Bertechini et al. (1995), trabalhando com poedeiras comerciais semipesadas na fase de pico de produção, verificaram que o aumento de aminoácidos sulfurosos totais da ração (0,545; 0,595; 0,645; 0,695; e 0,745 % de AAST) provocaram redução linear nos valores de unidade Haugh (100,6; 97,5; 96,1; 95,7; e 93,5) para poedeiras semipesadas no pico de produção.

Como pode ser observado, os aminoácidos exercem grande participação na qualidade dos ovos. No entanto, mais importante que a suplementação de aminoácidos à dieta de poedeiras, é a adequada relação ou equilíbrio entre eles, e para isto deve-se trabalhar com base em aminoácidos digestíveis, estabelecendo o conceito de proteína ideal.

Tabela 8 - Efeito dos níveis de metionina+cistina digestíveis sobre as variáveis consumo de metionina+cistina (CMC), peso de ovo (PO), porcentagem de gema (G) e de albúmen (A), índice gema (IG) e albúmen (IA), unidade Haugh (UH) de poedeiras leves de 24 a 40 semanas.

Tratamento (% M+C)	CMC (g/ave/dia)	PO (g)	G (%)	A (%)	IG	IA	UH
0,650	0,566	54,0238	24,869	65,738	0,453	0,135	95,999
0,700	0,616	55,1992	24,949	66,251	0,456	0,136	96,405
0,750	0,663	56,4440	25,199	65,656	0,446	0,131	95,212
0,800	0,710	57,0901	25,063	65,720	0,446	0,131	95,144
0,850	0,742	56,5962	25,264	65,933	0,448	0,130	94,875
0,900	0,811	57,4682	25,490	65,547	0,441	0,123	93,320
Média	0,685	56,1369	25,139	65,808	0,448	0,131	95,159
Efeito							
Linear	**	**	*	ns	**	**	**
Quadrático	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns
LRP ¹	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	2,653	1,936	1,897	0,785	1,337	3,714	1,267

1 Linear Response Platô

Níveis de lisina e de metionina + cistina e proteína bruta para melhor qualidade de carcaça de suínos

As sucessivas seleções para maior deposição de proteína em detrimento da deposição de gordura têm demandado a reavaliação constante das exigências nutricionais dos suínos, uma vez que mudanças nas taxas de deposição de tecidos corporais geram diferença na exigência diária de nutrientes, sobretudo de aminoácidos.

As exigências principalmente por parte das indústrias por carcaças com menor teor de gordura é uma realidade, já que o rendimento industrial é otimizado. Muitos fatores podem influenciar na qualidade da carcaça dos suínos, entre eles, idade de abate, sexo, linhagem, ambiente térmico, programas de alimentação, energia, proteína bruta, entre outros. Os principais parâmetros analisados para predizer a qualidade da carcaça dos suínos são a deposição de gordura e de carne magra na carcaça.

Os suínos exigem quantidades adequadas de aminoácidos na ração para atender a suas necessidades de manutenção e deposição de proteína corporal. No caso de suínos em crescimento, a principal exigência em aminoácidos é para a deposição de carne magra, já que a exigência para manutenção vai se tornando importante, à medida que o animal atinge a maturidade (Fuller e Wang, 1990). No entanto, os esqueletos de carbono resultantes da desaminação do excesso de aminoácidos podem afetar a composição da carcaça do suíno, uma vez que são utilizados como fonte de energia ou armazenados na forma de gordura.

A seleção para diminuir a espessura de toucinho e melhorar a utilização dos alimentos tem resultado em suínos com maior potencial genético de deposição de carne magra. Dentro de cada grupo genético, existem diferenças entre sexo que resultam em alterações no desempenho, na deposição de proteína e na exigência de lisina (Campbell et al., 1988). Existem grandes diferenças com relação à composição corporal de machos inteiros, fêmeas e machos castrados. Num determinado peso, machos inteiros são mais

magros que fêmeas, que por sua vez são mais magras que os machos castrados. Animais de alto desempenho apresentam maior ganho de peso, melhor conversão alimentar e maior acréscimo de proteína na carcaça, em comparação aos de médio desempenho. Dentro de cada grupo genético, as fêmeas normalmente apresentam melhores características de carcaça e conversão alimentar, enquanto os machos apresentam maior ganho de peso. A diferença da composição corporal determina a diferença nas exigências de lisina e metionina+cistina e de outros aminoácidos. Vários estudos demonstram que machos inteiros apresentam exigência maior que as fêmeas e estas por sua vez apresentam exigência superior aos machos castrados (Sobestiansky, 1998).

A deposição diária de proteína corporal nos suínos aumenta até a fase dos 40 a 60 kg de peso, quando o potencial do suíno para crescimento muscular é alto e tende a se estabelecer acima do limite de consumo do animal. Após, a deposição permanece estabilizada até os 120 kg, quando então começa a diminuir, em direção a zero, até a maturidade do animal. Durante a fase de resposta linear para crescimento muscular, o crescimento de tecido adiposo é limitado a um nível mínimo, fisiologicamente necessário. O acúmulo de gordura subcutânea excede o crescimento muscular, quando o suíno atinge 90 e 100 kg. Desde que o consumo não seja suficiente para maximizar o crescimento muscular, o suíno não engorda e a composição corporal permanece constante em uma ampla faixa de peso corporal. Entretanto, uma vez atingido o potencial máximo de crescimento muscular, o excedente nutricional é direcionado para o acúmulo de gordura e o crescimento total e a eficiência alimentar são reduzidos (Penz Jr., 1992).

A ingestão limitada de aminoácidos com níveis dietéticos adequados de proteína bruta com perfil desequilibrado de aminoácidos direciona a energia da dieta no sentido de deposição de gordura, em vez de usar a energia para síntese de proteínas corporais. Consequentemente, o resultado é uma deposição excessiva de gordura a partir de níveis subótimos de acréscimo de proteínas. Rações com altos teores protéicos proporcionam diminuição na lipogênese hepática, devido ao alto custo energético na produção e eliminação da uréia, resultando em redução na deposição de gordura na carcaça de suínos alimentados com altos níveis de proteína.

Keer et al. (1995) constataram que a redução em quatro unidades percentuais da proteína bruta da ração de suínos na fase de crescimento e terminação, de 19 e 16% para 15 e 12% de proteína bruta, respectivamente, resultaram em decréscimo da área muscular, enquanto a porcentagem de gordura corporal aumentou. Hannas et al. (2000) trabalhando com suínos de 15 a 30kg com 5 níveis de proteína bruta nas dietas (17, 18, 19, 20 e 21%), constatou-se que os níveis de proteína bruta da ração influenciaram não somente o ganho de peso dos suínos, como também a sua composição, alterando a proporção de gordura e carne, sendo o nível de 20% de proteína bruta o que apresentou os melhores resultados de desempenho e qualidade de carcaça.

O nutriente mais importante para a deposição de carne magra na carcaça de suínos em crescimento é a lisina dietética, por sua constância na proteína corporal e sua destinação metabólica preferencial para a deposição de tecido magro (Kessler, 1998). Portanto, a exigência de lisina para suínos pode ser obtida a partir da taxa de deposição de proteína na carcaça dos animais. Abreu et al. (2007) trabalhando com suínos castrados de alto potencial genético, dos 30 aos 60 kg, com o intuito de determinar a exigência de lisina digestível (0,80; 0,90; 1,00; 1,10%) encontraram efeito linear para deposição de proteína na carcaça, onde à medida que aumentava o teor de lisina na dieta, ocorreu aumento de deposição protéica (tabela 9). Com base no parâmetro conversão alimentar, o valor de exigência estimado mostrou-se semelhante à deposição protéica e superior aos parâmetros ganho de peso e consumo de ração. A deposição de gordura na carcaça dos animais não foi afetada pelos níveis de lisina da ração,

entretanto, em valor absoluto, constatou-se decréscimo de 11,5% na deposição de gordura na carcaça dos animais nos níveis de 0,80 a 1,10% de lisina na ração.

Tabela 9 - Composição química e taxas de deposição de proteína e gordura na carcaça de suínos machos castrados dos 30 aos 60 kg recebendo diferentes níveis de lisina na ração

(%)	Nível de lisina digestível (%)				CV
	0,80	0,90	1,00	1,10	
Composição da carcaça (%)					
Água	59,75	61,49	60,32	60,90	2,66
Proteína	17,04	17,22	17,35	17,52	4,34
Gordura	16,57	14,79	16,14	14,76	13,72
Deposição na carcaça (g/dia)					
Proteína ¹	116,15	126,61	141,83	147,23	14,36
Gordura	148,61	134,64	139,33	131,48	23,89

1 Efeito linear (P<0,05) , Adaptado de Abreu et al. (2007)

Estes mesmos autores trabalhando com suínos de 60 aos 95 kg não encontraram diferença significativa para os parâmetros de qualidade de carcaça, tais como, rendimento de gordura e de carne magra e espessura de tocinho. No entanto, o rendimento de gordura e a espessura de tocinho reduziram em 12,9 e 10,2 %, respectivamente, entre os níveis menor (0,70%) e maior (1,00%) de lisina da dieta. O rendimento de carne magra aumentou em 2,9% entre os mesmos níveis. Moretto et al. (2000) ao determinarem a exigência de lisina digestível (0,85 a 1,25%) para suínos fêmeas da raça landrace, observou efeito quadrático e maior valor de exigência para o parâmetro conversão alimentar (0,96%) em relação ao ganho de peso (0,83%). Para o parâmetro deposição de proteína na carcaça, encontraram efeito linear, aumentando à medida que aumentava o nível de lisina da dieta.

No entanto, Oliveira et al. (2003) ao avaliarem o efeito dos níveis de lisina da ração sobre o desempenho produtivo e a qualidade da carcaça de suínos dos 95 aos 110 kg de peso, machos castrados selecionados para deposição de carne magra, não se constatou efeito (P>0,10) dos níveis de lisina sobre nenhuma das características de carcaça e rendimento de cortes avaliados. Apesar de não ter ocorrido variação nos diferentes parâmetros de carcaça avaliados neste estudo, com o aumento dos níveis de lisina na ração, constatou-se que o rendimento de gordura tendeu a diminuir (P<0,12) de forma linear. A diferença entre os tratamentos chegou a 8,78%, à medida que se elevaram os níveis de lisina na ração. A redução na quantidade de gordura na carcaça, obtida neste trabalho, pode estar relacionada à diminuição gradativa no consumo de energia entre os tratamentos.

Entre os aminoácidos, a metionina é considerada o segundo aminoácido limitante para suínos em crescimento, principalmente quando o objetivo é maximizar o crescimento e o desenvolvimento desses animais e são particularmente sensíveis ao excesso de metionina na dieta. A metionina tem sido doadora de radicais metil quando estes são necessários para a biossíntese de creatina, carnitina, poliaminas, epinefrina, colina e melatonina, que são componentes corporais fundamentais para o crescimento

normal dos animais. Além disso, a metionina pode ser catabolisada à cistina pelo organismo, em um processo irreversível. Esse catabolismo, sob condições normais, tem as funções de remover o excesso de metionina e superar a deficiência de cistina (Graber et al., 1971).

Kiefer et al. (2005) ao determinarem as exigências de Metionina + Cistina digestíveis para suínos machos dos 30 aos 60 kg, observou que o nível (0,549%) que proporcionou máxima resposta para o desempenho (ganho de peso e conversão alimentar) foi similar aos níveis de máxima resposta para deposição de proteína na carcaça (tabela 10).

Tabela 10 - Resultados de desempenho, consumo de metionina + cistina digestíveis e deposições de proteína e de gordura diárias na carcaça de suínos machos castrados, mantidos em ambiente de termoneutralidade dos 30 aos 60 kg.

Variáveis CV(%)	metionina+cistina digestíveis (%)					
	0,448	0,490	0,531	0,573	0,614	
Ganho de peso (g/dia) ¹	956	999	1041	1014	1003	5,08
Consumo de ração (g/dia)	2179	2122	2115	2147	2135	5,47
Conversão alimentar (g/g) ¹	2,27	2,12	2,03	2,11	2,13	4,11
Consumo met+cist dig. (g/dia) ²	9,8	10,4	11,2	12,3	13,1	5,74
Deposições na carcaça						
Proteína (g/dia) ¹	102	112	123	118	113	10,38
Gordura (g/dia) ¹	192	226	226	229	215	11,48

1 Efeito quadrático ; 2 Efeito linear. Adaptado de Kiefer et al. (2005)

Porém, Moura et al. (2006) encontraram exigências de metionina+cistina digestíveis inferior para o parâmetro deposição de gordura (0,556%), em relação aos parâmetros conversão alimentar (0,588%) e ganho de peso (0,882%) ao trabalhar com suínos machos castrados e fêmeas de 15 a 30 kg.

Literatura consultada

Abreu, M.L.T., Donzele, J.L., Oliveira, R.F.O., et al. Níveis de lisina digestível em rações, utilizando-se o conceito de proteína ideal, para suínos machos castrados de alto potencial genético, dos 30 aos 60 kg **R. Bras. Zootec.**, v.36, n.1, p.62-67, 2007.

Abreu, M.L.T., Donzele, J.L., Oliveira, R.F.O., et al. Níveis de lisina digestível em rações, utilizando-se o conceito de proteína ideal, para suínos machos castrados de alto potencial genético, dos 60 aos 95 kg **R. Bras. Zootec.**, v.36, n.1, p.54-61, 2007.

Acar, N., Moran Jr., E.T., Bilgili, S.F. Live performance and carcass yield of male broilers from two commercial strain crosses receiving rations containing lysine below and above the established requirement between 6 and 8 weeks of age. **Poultry Science**, Champaign, v. 70, p. 2315-2321, 1991.

Almeida, I.C. de L., Mendes, A.A., et al. Efeito de Dois Níveis de Lisina e do Sexo sobre o Rendimento e Qualidade da Carne de Peito de Frangos de Corte. **R. Bras. Zootec.**, v.31, n.4, p.1744-1752, 2002.

Araújo, L.F., Junqueira, O.M., Araújo, C.S.S., et al. Different Criteria of Feed Formulation for Broilers Aged 43 to 49 Days. **Brazilian Journal of Poultry Science**.v.6, n.1, p. 61 – 64. 2004.

Barboza, W.A., Rostagno, H.S., Luiz Fernando Teixeira Albino, L.F.T., Paulo Borges Rodrigues, P.B. Níveis de Lisina para Frangos de Corte de 1 a 21 e 15 a 40 dias de Idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 1082-1090, 2000.

Bertechini, A.G., Hossain, S.M., Lira, V.M.C. Níveis de aminoácidos sulfurosos totais (AAST) para poedeiras comerciais semi-pesadas na fase de pico de produção. In: Conferência APINCO de ciência e tecnologia avícola, 1995, Curitiba. **Anais....** Campinas, SP, p.69-70, 1995.

Brumano, G. **Exigência de metionina+cistina digestíveis, para poedeiras leves, no período de 24 a 40 e 42 a 58 semanas de idade.** Viçosa, UFV, 2007. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2007.

Cabel, M.C., Goodwin, T.L., Waldroup, P.W. Feather meal as a nonspecific nitrogen source for abdominal fat reduction in broilers during the finishing period. **Poultry Science**, v. 67, p. 300-306, 1988.

Cabel, M.C., Waldroup, P.W. Effect of dietary protein level and feeding on performance and abdominal fat content of broiler chickens. **Poultry Science**, v.70, n.7, p. 1550-1558, 1991.

Campbell, R.G., Taverner, M.R., Curic, D.M. The effects of sex and live weight on the growing pig's response to dietary protein. **Animal Prod.**, v.46, n.1, p.123-130, 1988.

Carey, J.B., Asher, R.K., Angel, J.F., et al The influence of methionine intake on egg consumption. . **Poultry Science**, v.70 Suppl. I, p.152, 1991.

Costa, F.G.P., Junior, V. da S.A., Nascimento, G.A.J., et al. Níveis de lisina para frangos de corte nos períodos de 22 a 42 e de 43 a 49 dias de idade. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 759-766, 2006.

Costa, F.G.P., Rostagno, H. S., Albino, L.F.T. et al. Níveis dietéticos de lisina para frangos de corte, no período de 22 a 40 dias de idade. Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1999, Campinas, **Anais...** 18p. 1999.

Costa, F.G.P., Rostagno, H.S., Albino, L.F.T., et al. Níveis dietéticos de proteína bruta para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 42 Dias de Idade. **Rev. bras. zootec.**, v. 30, p.1498-1505, 2001.

Cupertino, E.S. **Exigência de aminoácidos digestíveis (lisina, aminoácidos sulfurosos e treonina) para poedeiras leves e semipesadas no período de 54 a 70 semanas de idade.** Viçosa, UFV, 2006. 112p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2006.

Emmert, J.L e Baker, D.H. Use of the ideal protein concept for precision formulation of amino acid levels in broiler diets. **J. Appl. Poult.** v. 6 n.4, 462-470, 1997.

Fancher, B., Jensen, L.S. Male broiler performance during the starting and growing periods as affected by dietary proteins, essential amino acids, and potassium levels. **Poultry Science**, v. 68, p.1385-1395, 1989.

Fuller, M.F., Wang, T.C. Digestible ideal protein – a measure of dietary protein value. **Pig News Inf.** v. 11, n.3, p.353-357, 1990.

Goulart, C.C. **Exigência nutricional de lisina para poedeiras leves e semipesadas.** Viçosa, MG: UFV, 1997. 51p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1997.

Graber, H.G.; Scott, H.M.; Backer, D.H. Sulfur amino acid nutrition of the growing chick: Effect of age on the capacity of cystine to spare dietary methionine. **Poultry Science**, v.50, p.1450-1455, 1971.

Grobas, S. & Mateos, G.G. Influência de la nutrición sobre la composición nutricional del huevo. In: **XII Curso de especialización FEDNA.** Fundación Española para el desarrollo de la nutrición animal. Madrid, España. p. 217 - 244, 1996.

Han, Y. & Baker, D.H. Digestible lysine requirement of male and female broiler chicks during the period three to six weeks post hatching. **Poultry Science**, v.73, p. 1739-1745, 1994.

Hannas, M.I., Oliveira, R.F.M., Donzele, J.L., et al. Proteína Bruta para Suínos Machos Castrados Mantidos em Ambiente de Conforto Térmico dos 15 aos 30 kg. **Rev. bras. zootec.**, v. 29(2), p. 476-484, 2000.

Huyghebaert, G. and Pack, M. Effects of dietary protein content, addition of nonessential amino acids and dietary methionine to cysteine balance on responses to dietary sulphur-containing amino acids in broilers. **British Poultry Science** v. 37, p. 623–639. 1996.

Jensen, L.S.; Wyatt, C.L.; Fancher, B.I. Sulfur amino acid requirement of broiler chickens from 3 to 6 weeks of age. **Poultry Science**, v.68, p.163-168, 1989.

Júnior, R.G.C.S., Lana, G.R.Q., Rabello, C.B.V. et al. Exigências de metionina + cistina para frangos de corte fêmeas de 1 a 21 e de 22 a 42 dias de idade criados em região de clima tropical. **R. Bras. Zootec.**, v.35, n.2, p.497-503, 2006.

Júnior, V.S.A., Costa, F.G.P., Barros, L.R., et al. Níveis de metionina + cistina para frangos de corte nos períodos de 22 a 42 e de 43 a 49 dias de idade. **R. Bras. Zootec.**, v.34, n.4, p.1195-1201, 2005.

Kerr, B.J., McKeith, F.K., Easter, R.A. Effect on performance and carcass characteristics of nursery to finisher pigs fed reduced crude protein, amino acid-supplemented diets. **J. Anim. Sci.**, v. 73, p. 433-440, 1995.

Kessler, A.M. Exigências nutricionais para máximo rendimento de carne em suínos. In: Simpósio sobre rendimento e qualidade da carne suína. Concórdia. **Anais...** Concórdia, p.18-25. 1998.

Kessler, A.M. Programas alimentares para otimizar a deposição de carne e gordura em carcaças de frangos de corte. **Tópicos em produção animal**, Porto Alegre, Departamento de Zootecnia da UFRGS, p. 183-199, 1999.

Kiefer, C., Ferreira, A.S., Donzele, J.L., et al. Exigência de metionina + cistina digestíveis para suínos machos castrados mantidos em ambiente termoneutro dos 30 aos 60 kg. **Rev. Bras. Zootec.**, v.34, n.3, p.847-854, 2005.

Leclercq, B. Specific effects of lysine on broiler production: comparison with threonine and valine. **Poultry Science**, v.77, p. 118-123, 1998.

Leenstra, F.R. Effect of age, sex, genotype and environment on fat deposition in broiler chickens – A review. **Word's Poultry Science Journal**, v. 42, p. 12-25, 1986.

Leeson, S. Nutrição e qualidade da carcaça de frangos de corte. Conferência APINCO de ciências e tecnologia avícolas, 1995, Curitiba. **Anais...** p. 118-123, 1995.

Lin, C.Y. Relationship between increased body weight and fat deposition in broilers. **Word's Poultry Science Journal**, v. 37, p. 106-110, 1981.

McLeod, J.A. Nutritional factors influencing carcass fat in broilers – A review. **Word's Poultry Science Journal**, v.38, p. 195-200, 1982.

McLeod, M. Effects of amino acid balance and energy: protein ratio on energy and nitrogen metabolism in male broiler chickens. **British Poultry Science**, v. 38, p. 405-411, 1997.

Mateos, G. G. **Nutrición e alimentación de gallinas ponedoras**. Eds. De Blas, C. y Mateos, g. g. MAPA. Madri. AEDOS. Barcelona. p. 226 – 263, 1991.

Mendes, A.A., Watkins, E., et al. Influence of dietary lysine levels and arginine:lysine ratios on performance of broilers exposed to heat or cold stress during the period of three to six weeks of age. **Poultry Science**, v.76, p. 472-481, 1997.

Moran Jr., E.T., Bilgili, S.F. Processing losses, carcass quality and meat yields for broiler chicken, receiving diets marginally deficient to adequate in lysine prior to marketing. **Poultry Science**, v. 69, p.702-710, 1990.

Moretto, V., Donzele, J.L., Oliveira, R.F.M., et al. Níveis dietéticos de lisina para suínos da raça landrace dos 15 aos 30 kg. **Rev. bras. zootec.**, v. 29, n.3, p. 803-809, 2000.

Moura, J.O., Brustolini, P.C., Silva, F.C.O., et al. Exigências de aminoácidos sulfurados digestíveis para suínos machos castrados e fêmeas de 15 a 30 kg. **Rev. Bras. Zootec.**, v.35, n.3, p.1085-1090, 2006.

Nascimento, A. Lisina – principal aminoácido para deposição protéica. **Aveworld**, v.1, n.1, p. 56-60, 2003.

National Research Council-NRC. **Nutrient Requirements of Poultry**. 9. ed. Washington, National Academy of Sciences: 155 p, 1994.

Nieto, R., Prieto, C., et al. Effect of dietary protein quality on energy metabolism in growing chickens. **British Journal of Nutrition**, v. 74, p. 163-172. 1995.

Novak, C.L.; Yakout, H.S.; Scheideler, S. The combined effects of dietary lysine and total sulfur amino acid level on egg production parameters and egg components in dekalb delta laying hens. **Poultry Science**, v.83, p.977-984, 2004.

Oliveira, A.L.S., Juarez Lopes Donzele, J.L., Oliveira, R.F.M., et al. Lisina em rações para suínos machos castrados selecionados para deposição de carne magra na carcaça dos 95 aos 110 kg. **Rev. Bras. Zootec.**, v.32, n.2, p.337-343, 2003.

Pavan, A.C., Móri, C., Garcia, E.A., et al. Níveis de proteína bruta e de aminoácidos sulfurados totais sobre o desempenho, a qualidade dos ovos e a excreção de nitrogênio de poedeiras de ovos marrons. **Rev. Bras. Zootec.**, v.34, n.2, p.568-574, 2005.

Penz Júnior, A.M. Programa de alimentação de suínos em crescimento-acabamento: múltiplas fases e criação de animais de diferentes sexos em separado. Simpósio do Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1992, Campinas. **Anais...** p. 135-148, 1992.

Penz Jr., A.M., Jensen, L.S. Influence of protein concentration amino acid supplementation, and daily time of access to high or low-protein diets on egg weight and components in laying hens. **Poultry Science**, v. 70, n. 12, p. 2460-66, 1991.

Petersen, C.F., Sauter, E.A., Steele, E.E., et al. Use of metionina intake restriction to improve egg shell quality by control of egg weight. **Poultry Science**, v.62, n. 10, p. 2044-2047, 1983.

Prochaska, J.F., Carey, J.B., Shafer, D.J. The effect of L-lysine intake on egg component yield and composition in laying hens. **Poultry Science**, v. 75, p. 1268-1277, 1996.

Sá, L.M. **Exigências nutricionais de lisina, de metionina + cistina e de treonina para galinhas poedeiras no período de 34 a 50 semanas de idade.** Viçosa, UFV, 2005. 79p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2005.

Schutte, J.B.; Pack, M. Sulfur amino acid requirement of broiler chicks from fourteen to thirty-eight days of age. **Poultry Science**, v.74, p.470-487, 1995.

Scott, M.L. Nesheim, M.C. Young, R.J. **Nutrition of the chicken.** 3th Edition. Ithaca, N.Y. 562p., 1982.

Sibbald, I.R., Wolynetz, M.S. Effects of dietary lysine and feed intake on energy utilization and tissue synthesis by broiler chicks. **Poultry Science**, v. 65, p. 98-105, 1986.

Silva, Shirley Helena Mendes. **Exigências em metionina+cistina para duas marcas comerciais de frangos de corte.** 1997. Viçosa, MG. 52p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1997.

Shafer, D.J, Carey, J.B., Prochaska, J.F. Dietary Methionine Intake Effects on Egg Component Yield, Composition, Functionality, and Texture Profile Analysis. **Poultry Science**, v. 77, 1056–1062, 1998.

Shafer, D.J., Carey, J.B., Prochaska, J.F. Effect of dietary methionine intake on egg component yield and composition. **Poultry Science**, v.75, p.1080-1085, 1996.

Sobestiansky, J. **Suinocultura Intensiva**: produção, manejo e saúde do rebanho. Brasília: EMBRAPA, 388p. 1998.

Tesseraud, S., Larbier, M., Chagneau, A.M. et al. Effect of dietary lysine on muscle protein turnover in growing chickens. **Reproduction and Nutrition Development**, v. 32, p. 163-171, 1992.

USDA. **Methionine – Livestock**. Compiled by Organic Materials Review Institute for the USDA National Organic Program, 20 p., 2001.

Wallis, I. R. Dietary supplements of methionine increase breast meat yield and decrease abdominal fat in growing broiler chickens. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 39, p. 131-141, 1999.

Wiseman, J., Lewis, C.E. Influence of dietary energy and nutrient concentration on the growth of body weight and of carcass components of broiler chickens. **Journal of Agricultural Science**, v. 131, p. 361-371, 1998.