

O Que Esperar da Betaína como Fonte Poupadora da DL-Metionina Suplementar

Ramalho Rodrigues
Serviços Técnicos Evonik Degussa Brasil

Palavras chave: metabolismo da metionina, doador de grupos metil, suplementação da DL-Metionina, betaína, substituição.

Metionina – Um Aminoácido Essencialmente Funcional

A redução da idade de abate, o melhor ganho de peso e a melhora na conversão alimentar são as características zootécnicas comumente importantes para a criação dos frangos de corte. Contudo, as linhagens que expressam a melhor característica de carcaça (maior rendimento de peito, perna e menor teor de gordura) são consideradas importantes para as indústrias processadoras de carnes (Park et al., 2002 e Dransfield e Sosnick, 1999 citado por Gaya e Ferraz, 2006). Por outro lado, as empresas de melhoramento genético também estão atentas às características de melhor estrutura óssea, melhor capacidade cárdio-respiratória, melhor resistência às doenças, melhor conformação de peito, pernas curtas, penas brancas, empenamento rápido e baixo conteúdo de pele (Santini et al., 2004) a fim de aprimorar e adequar o frango de corte conforme as tendências do mercado mundial.

Ao considerar os aspectos nutricionais, para atender a este mercado específico, torna-se necessário estabelecer estudos constantes sobre a estimativa da exigência dos nutrientes para que as aves possam expressar o seu real potencial genético. Duarte et al. (2007) relataram que a qualidade da carcaça dos frangos de corte não está relacionada apenas com a melhor relação energia-proteína da dieta, mas também através do balanço de aminoácidos, uma vez que o equilíbrio destes componentes dietéticos melhora o crescimento do tecido magro evitando assim a maior deposição de gordura.

Quando se trata de verificar o efeito dos aminoácidos essenciais sobre o desempenho, sem dúvida a lisina apresenta uma resposta expressiva sobre o rendimento de carne e redução da gordura na carcaça. Segundo Pack et al. (2002) a utilização da lisina como o aminoácido referência para a formulação de rações baseado no conceito da proteína ideal, está relacionado a sua simplicidade analítica e ao seu direcionamento exclusivo na síntese da proteína corporal, sem participar das interações metabólicas. Na figura 1, pode ser observado o direcionamento da lisina no corpo do animal conforme o modelo fatorial de exigências nutricionais.

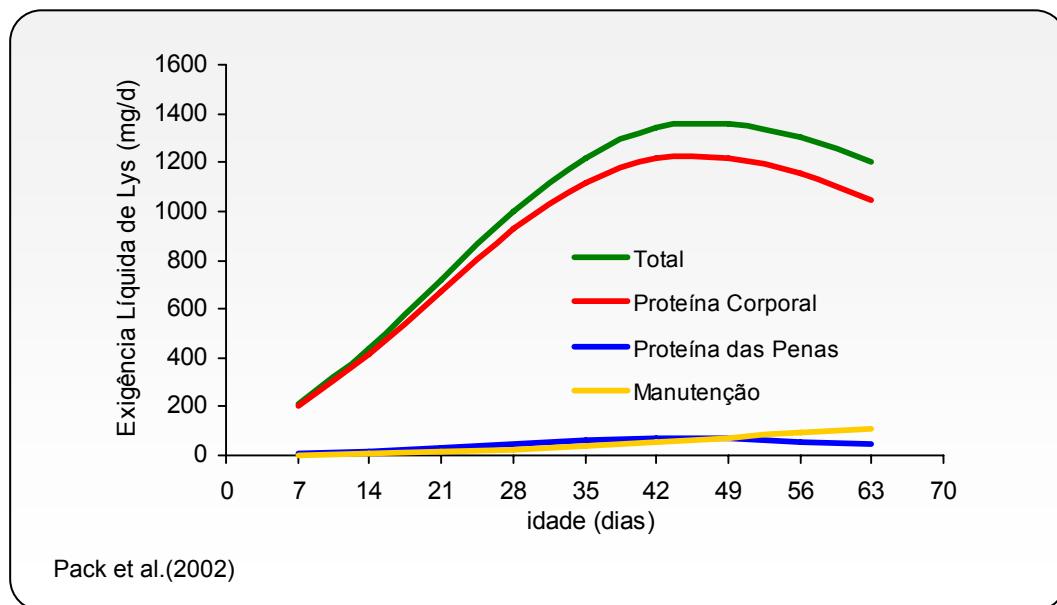


Figura 1. Direcionamento da lisina no organismo do animal conforme o modelo fatorial de exigências nutricionais.

Observa-se (Figura 1) que a necessidade da lisina para a deposição de proteína corporal apresenta uma relação estreita com a exigência total deste aminoácido. Por outro lado, a necessidade da lisina para manutenção e para a síntese de proteína das penas é considerada mínima.

A metionina, de forma semelhante ao aminoácido lisina, quando suplementada na ração de frangos de corte, promove um efeito positivo sobre a concentração da proteína tissular (Rodríguez et al. 2000), melhora o rendimento da carcaça, melhora o rendimento do peito e reduz o teor de gordura abdominal (Rodríguez et al. 2000 e Amarante Jr et al. 2005). Por outro lado, diferentemente da lisina, a metionina é um aminoácido que tem ampla interação com a exigência de

manutenção. Segundo Sakomura (1996) a eficiência da metionina+cistina em depositar tecidos é menor quando comparado com a lisina. Na figura 2, pode-se observar o direcionamento da metionina no organismo do animal conforme o modelo fatorial de exigências nutricionais.

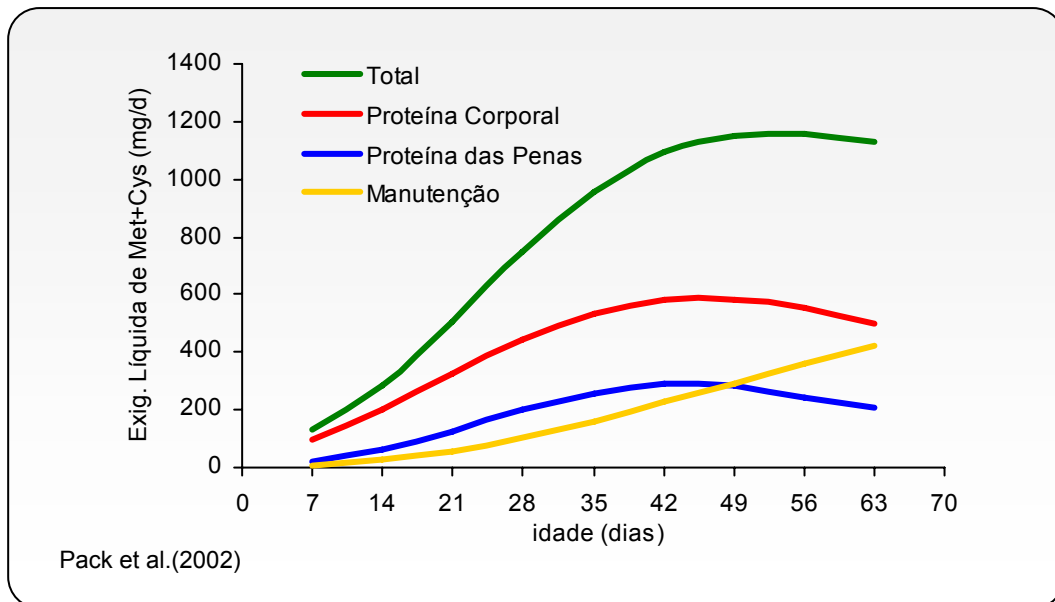


Figura 2. Direcionamento da metionina no organismo do animal conforme o modelo fatorial de exigências nutricionais.

Como pode ser observado na (Figura 2) a demanda da metionina para manutenção e para a síntese de proteína das penas é tão importante quanto a necessidade de metionina para a síntese da proteína corporal. A recomendação na Figura 2 se baseia no teor de metionina+cistina, pois segundo Rostagno et al. (2005) o mínimo de 55% dos aminoácidos sulfurados na dieta das aves devem ser de metionina, uma vez que, a metionina se converte metabolicamente em cistina.

Na Tabela 1, está apresentado o perfil de aminoácidos para a manutenção dos animais segundo o NRC (1998). Conforme demonstrado, a necessidade de metionina+cistina para a manutenção dos animais aumenta consideravelmente quando comparado com a necessidade da lisina. Estes dados também podem ser observados em Gous et al. (2006).

Tabela 1. Relação ideal de aminoácidos para manutenção de deposição de proteína.

Aminoácidos	Manutenção	Deposição de proteína
Lysine	100	100
Methionine	28	27
Methionine+cystine	123	55
Threonine	151	60
Arginine	- 200	48
Histidine	32	32
Isoleucine	75	54
Leucine	70	102
Phenylalanine	50	60
Phen+Tyrosine	121	93
Tryptophan	26	18
Valine	67	68

Adaptado do NRC (1998) – suíno como modelo animal.

Segundo Bonato et al (2010) a exigência de aminoácidos para a manutenção se relaciona mais intimamente com o conteúdo da proteína corporal em geral, uma vez que não existe demanda de aminoácidos para a manutenção das reservas lipídicas. Além disso, a exigência de aminoácidos para a manutenção se altera durante os diversos períodos da vida do animal. Segundo Ferguson (2006), o custo do desafio sanitário sobre a manutenção protéica em geral deve também ser considerado, tal como a temperatura ambiente, ou seja, as aves quando submetidas a temperaturas baixas estão expostas a um aumento nas exigências de manutenção de determinados nutrientes.

Por definição, a manutenção é o estado do animal em que não ocorre nem perda e nem ganho de nutrientes pelo corpo. A exigência nutricional de manutenção é o aporte necessário de nutrientes para manter intacto o tecido do corpo de um animal, ou seja, manter a taxa metabólica basal e uma atividade voluntária mínima. A seguir estão descritas algumas funções metabólicas da metionina que são consideradas importantes:

1) A metionina, primeiramente, é um aminoácido essencial que deve ser suprido na dieta. A sua função principal é participar da síntese protéica. Devido a sua essencialidade, a deficiência causa redução no desempenho animal.

2) A metionina é uma fonte de enxofre que pode ser doado para a síntese de outros componentes químicos que apresenta o enxofre em sua composição (Wu, 2003).

3) A metionina tem grande participação na síntese da cisteína que é também utilizada para a síntese da proteína corporal, formação da pele, penas e pêlos, sendo este aminoácido importante frente ao estresse e ao status inflamatório. A cistina participa na síntese da glutatona - um importante antioxidante celular para o corpo (Tesseraud et al. 2008).

4) Outra proteína dependente da cisteína inclui a enzima ubiquitina ligase que sintetiza ubiquitina (tem a importante função de marcar as proteínas indesejáveis para serem degradadas pelos proteossomas). A enzima caspase que cliva as proteínas depois de um resíduo de ácido aspártico, sendo importante para o apoptose celular (tipo de morte celular a fim de evitar o desenvolvimento de tumores e doenças) também é dependente de cisteína.

A inteína (elementos genéticos encontrados dentro da proteína) e a ribonucleotídeo redutase são dependentes da cisteína em seu centro catalítico.

5) A taurina ou ácido 2-aminoetanosulfônico é um ácido orgânico contendo enxofre, encontrado na bÍlis. É um dos aminoácidos mais abundantes no nosso organismo, não sendo usado na síntese de proteínas. É produzido em nosso corpo a partir da metionina e representa 25%, 50%, 53% e 19%, respectivamente no fÍgado, rins, músculos e cérebro. Age com a glicina e o ácido alfa-aminobutÍrico como um transmissor neuroinibidor. É sintetizado no fÍgado e no cérebro, a partir da metionina e cistina, juntamente com a vitamina B₆.

6) A metionina é importante para o metabolismo dos fosfolipÍdeos, sendo que a sua deficiência é conhecida por causar prejuÍzos renais e hepáticos (Brumano, 2008). Segundo Champe e Havey (1996) a S-adenosinametionina, um co-fator responsável por doar grupo metil formado pela metionina, participa na síntese *de novo* da colina no organismo. A S-adenosilmetionina também participa na formação da creatina, da carnitina, da adrenalina e da melatonina (Figura 3). As reações de metilação são também importantes no metabolismo da gordura no fÍgado evitando a síndrome do fÍgado gorduroso.

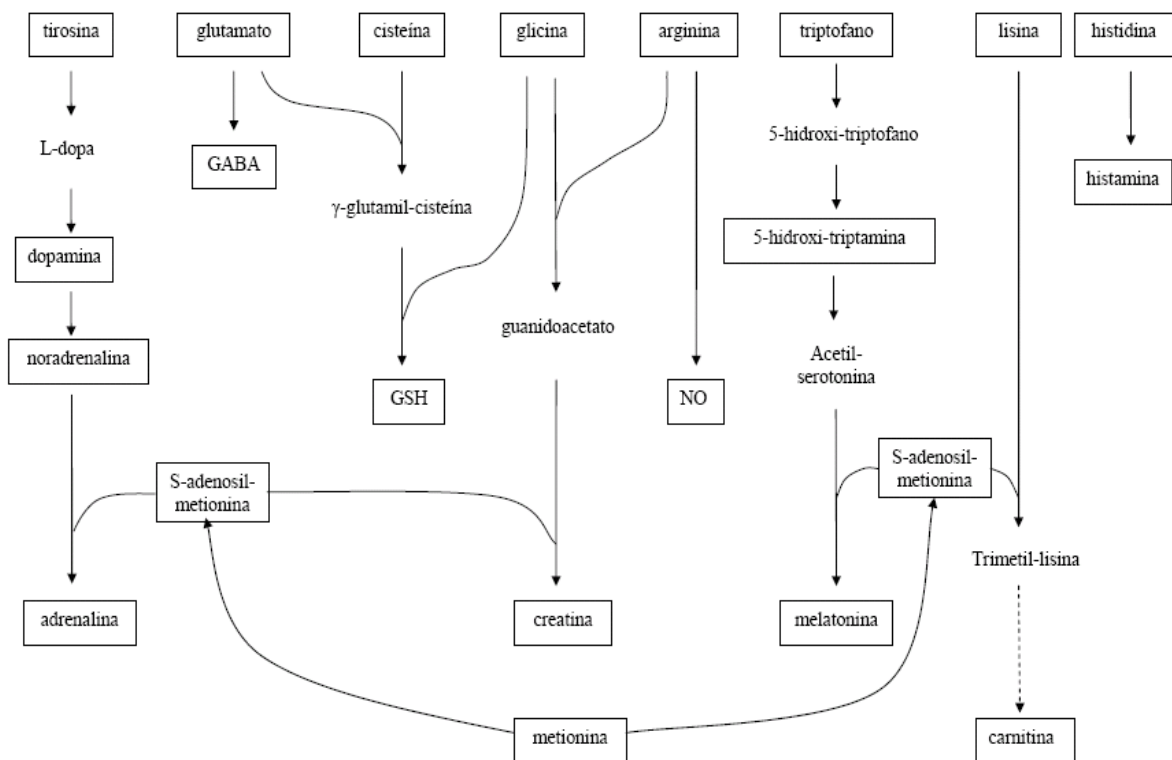
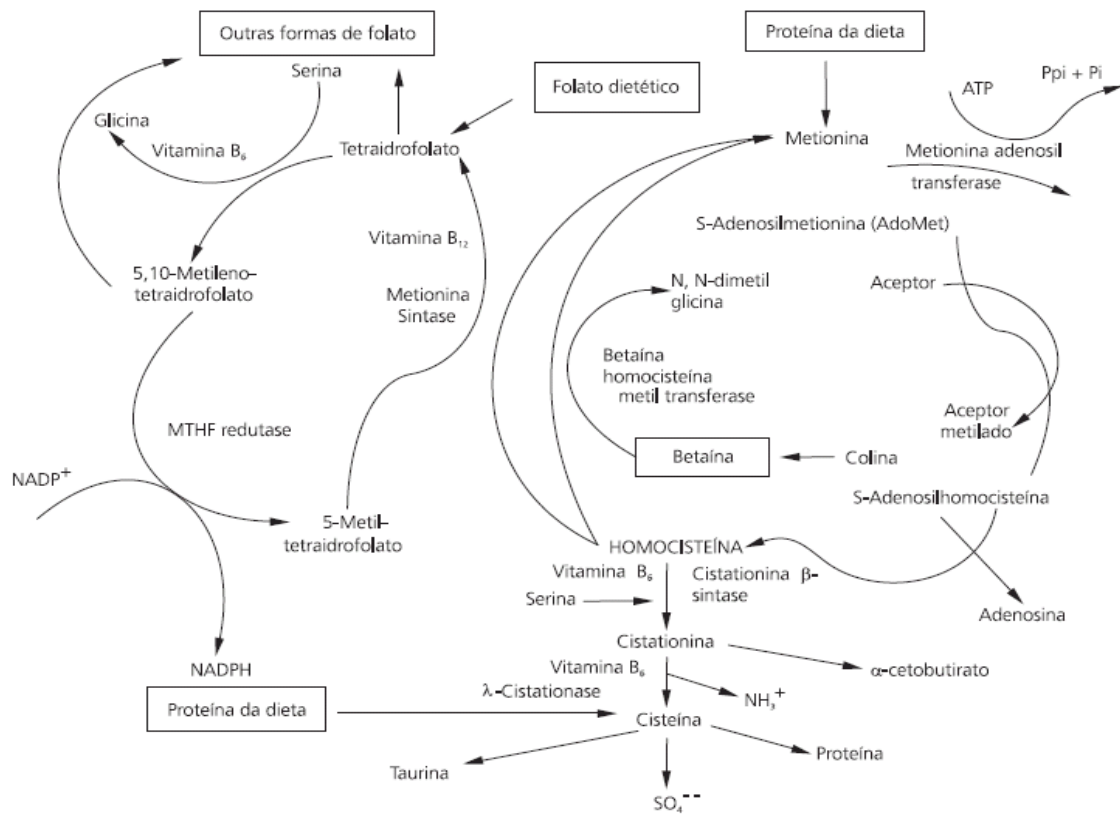


Figura 3. Metionina como precursora do S-adenosilmetionina.

O metabolismo da homocisteína à metionina está demonstrado na Figura 4. Segundo Selhub (1999) e Uehara et al. (2005), duas reações estão envolvidas no metabolismo da homocisteína: a *transulfuração* e a *remetilação*. Na reação de transulfuração, a homocisteína condensa-se irreversivelmente com a serina para formar a cistaionina, sendo tal reação catalisada pela enzima cistationina β sintase que é dependente de piridoxina e regulada pela S-adenosilmetionina. Segundo Bydlowski et al. (1998) aproximadamente 50% da homocisteína é convertida em cistaionina. Na reação de remetilação, a homocisteína é revertida à metionina ao receber o grupamento metil do 5-metiltetraidofolado, cuja reação é catalisada pela

metionina sintase. Por outro lado, o grupo metil também pode ser doado pela betaína via betaína-homocisteína metiltransferase. A reação com o 5-metiltetraidrofolado ocorre em todos os tecidos e é dependente de Vitamina B₁₂, enquanto que a reação com a betaína ocorre principalmente no fígado.



Uehara et al. (2005).

Figura 4. Metabolismo da homocisteína à metionina.

Segundo Pest (1989) a betaína apesar de apresentar em sua molécula três grupos metil, no processo de remetilação, pode somente doar um grupo metil, uma vez que os outros dois grupos metil participam na formação da glicina num processo de oxidação.

Como podemos observar nos comentários anteriores, a metionina apresenta ampla função metabólica no organismo dos animais. Este fato, quando associado a sua importância zootécnica (aminoácido essencial e o primeiro limitante na dieta das aves), oportuniza o desenvolvimento de produtos que se denominam *poupadores de metionina*. Dentro deste conceito, a betaína que contém o grupo metil em sua

estrutura molecular, e que, de forma semelhante à metionina, participa das reações de transmetilação no organismo dos animais, é o aditivo que está sendo indicado, do ponto de vista prático, a substituir parte da suplementação da DL-Metionina na ração dos animais, pois segundo Evangelista et al. (sd) o objetivo é reduzir os custos da ração pois a betaína ao doar grupo metil para a homocisteína, proporcionará a formação da metionina, reduzindo a necessidade suplementar de metionina na dieta.

Considerando o metabolismo da homocisteína, podemos concluir que a betaína não participa na síntese da metionina propriamente dita, ou melhor, a betaína não oportuniza um rendimento líquido de metionina porque a homocisteína por si é sintetizada através da metionina (Bender, 1975 citado por Rostagno e Pack, 1996). A betaína, no fígado, contribui doando grupo metil para a remetilação da homocisteína em metionina a fim de completar o ciclo da homocisteína, o que oportuniza o reinício desta via metabólica cíclica para sintetizar novo co-fator enzimático, o S-adenosilmetionina que é, segundo Selhud (1999), o doador universal de grupo metil. A reação de remetilação favorece a regulação dos níveis plasmáticos da homocisteína, uma vez que este aminoácido sulfurado, quando em alta concentração, tem uma relação direta com a doença vascular tais como, o infarto agudo do miocárdio, a trombose e a aterosclerose (Uehara et al. 2005).

Outro ponto importante a ser observado é que a betaína não é essencial no organismo dos animais, pois a colina quando presente em quantidade exata na dieta pode ser transformado metabolicamente no fígado em betaína. Além disso, devemos considerar que a presença do ácido fólico, Vitamina B₁₂ e Vitamina B₆ em quantidade satisfatória na ração, em soma, promovem o processo da remetilação completando assim o ciclo da homocisteína. Segundo Robinson et al. (1998), os níveis de homocisteína plasmática aumentam a medida que os níveis plasmáticos de folato, Vitamina B₁₂ e Vitamina B₆ diminuem. O aumento dos níveis da homocisteína plasmática é comum em indivíduos que apresentam comprometimento do estado nutricional dessas vitaminas. Segundo Ward (2001) a deficiência de folato, Vitamina B₆ e Vitamina B₁₂ é a responsável por aproximadamente dois terços de todos os casos de hiper-homocisteinemia, sendo que dessas três vitaminas, o folato parece ser o mais importante.

Diante destes fatos, pode ser entendido que praticar a substituição da DL-metionina utilizando a betaína não parece ser a recomendação mais sensata para nutrição animal. Por outro lado, ajustar a relação ideal de metionina+cistina

digestível, utilizar a recomendação adequada de ácido fólico, Vitamina B₁₂, Vitamina B₆ e colina pode ser o caminho mais seguro para melhorar a produtividade, oferecendo economia para as indústrias dentro de uma relação custo-benefício.

A Betaína Pode Substituir a Suplementação da DL-Metionina nas Rações das Aves ?

Os conceitos nutricionais que muitas vezes são movidos por fatores econômicos na produção animal têm apresentado a betaína como substituto parcial à suplementação da metionina na dieta, sem afetar o desempenho dos animais. Isto se deve, em particular, pela capacidade da betaína em doar grupo metil, que é de grande importância para o metabolismo do animal (Zanin Pereira, 2008), ou seja, a substituição da metionina está embasada nas reações de transmetilação. A betaína tem sido recomendada para substituir totalmente o cloreto de colina e, como vimos parte da metionina suplementar. Para tanto, tem sido utilizado o peso molecular a fim de calcular a equivalência química. Em geral, se recomenda substituir de 25% a 50% da metionina suplementada pela betaína.

Usufruir do metabolismo ou processos bioquímicos do organismo para adotar uma recomendação econômica julga-se não ser um assunto de tão simplicidade, pois o metabolismo por definição é um conjunto de mecanismos químicos interligados e necessários ao organismo para a formação, desenvolvimento e renovação das estruturas celulares, tal como, para a produção da energia necessária às manifestações interiores e exteriores da vida (Ferreira, 1999).

Com o objetivo de compreender se a betaína pode substituir parte da suplementação da metionina, podemos citar o trabalho de Zanin Pereira (2008) cujo objetivo foi avaliar um complexo enzimático e o uso da betaína nas rações de frangos de corte criados em aviários comerciais. O autor concluiu que a suplementação da enzima (valorizando a energia do milho) e da betaína natural (substituindo parte a DL-Metionina e totalmente o cloreto de colina), resultou em desempenho semelhante ao das aves que receberam o tratamento controle. Por sua vez, a associação entre os aditivos não ofereceu uma alternativa satisfatória para melhorar o desempenho das aves. Neste experimento, foi utilizado 1,0 kg de betaína natural/ t. para as fases de 1 a 7 e 7 a 21 dias de idade. Por sua vez, para a fase de 21 a 35 e 35 a 41 dias de idade foi utilizado 0,750 kg de betaína/t. As rações foram produzidas na sua forma farelada, sendo composta de milho e farelo de soja. A

inclusão da DL-Metionina, betaína e cloreto de colina 60, tal como os níveis nutricionais, podem ser observados na Tabela 2.

Tabela 2. Inclusão de metionina, betaína e cloreto de colina, em kg/t.

Rações	1 a 7 dias		7 a 21 dias		21 a 35 dias		35 a 41 dias	
	Controle	Betaína	Controle	Betaína	Controle	Betaína	Controle	Betaína
DL-Met, %	3,34	3,34	3,14	1,98	3,40	3,00	2,89	2,68
Betaína, %	---	1,00	---	1,00	---	0,75	---	0,75
Colina 60 %	0,48	0,48	0,45	---	0,56	---	0,46	---
Níveis nutricionais calculados								
EM, kcal/kg	2950	2950	3050	3050	3230	3230	3270	3270
PB, %	23,00	23,00	21,50	21,50	19,00	18,90	18,00	17,99
Met+Cis* %	0,947	0,947	0,898	0,784	0,865	0,827	0,798	0,783
Met*, %	0,624	0,624	0,606	0,492	0,600	0,560	0,539	0,518
Lisina*, %	1,250	1,250	1,150	1,150	1,090	1,090	1,000	1,000
Treo*, %	0,787	0,787	0,724	0,725	0,698	0,698	0,640	0,640
Colina,mg/kg	1.700	1.700	1.600	1.363	1.500	1.207	1.400	1.159
P disp., %	0,460	0,460	0,664	0,664	0,420	0,420	0,400	0,400
Cálcio, %	0,960	0,960	0,925	0,925	0,860	0,860	0,840	0,840

* aminoácidos digestíveis.

Adaptado de Zanin Pereira (2008) – Foram utilizados frangos de corte machos da linhagem Cobb 500. Para a fase de 1 a 7 dias de idade, a betaína foi usada “ over the top” ,e, para as fases de 7 a 21 dias de idade, 21 a 35 dias de idade e de 35 a 41 dias de idade, a betaína substituiu parte da DL-Metionina e totalmente o cloreto de colina.

Como podemos observar na ração de 7 a 21 dias de idade, a suplementação da metionina foi reduzida em 37% quando introduziu a betaína na dieta. Este fato promoveu a diminuição da exigência de 0,898% para 0,784% de met+cis digestível. Por outro lado, a ração de 21 a 35 dias e 35 a 41 dias de idade, pode ser observada que a suplementação de metionina foi reduzida em 12% e 7%, respectivamente. Nestas rações, a exigência de met+cis foi alterada de 0,865% para 0,827% na fase de 21 a 35 dias e de 0,798% para 0,783% para a fase de 35 a 41 dias de idade.

Analisando a relação met+cis:lisina para a fase de 1 a 7 dias de idade, podemos observar o mesmo valor de 76% para a ração controle e para a ração betaína. Por outro lado, na ração controle durante a fase de 7 a 21 dias de idade, a relação met+cis:lisina que apresenta 78%, foi reduzida para 69% com a ração contendo betaína. Para fase de 21 a 35 dias de idade a relação met+cis:lisina que

apresenta 79%, foi reduzida para 76% e na fase de 35 a 41 dias de idade, de 80% reduziu a relação met+cis:lisina para 78% na ração controle e betaína, respectivamente.

Rostagno et al. (2005) recomendam para as rações de frangos de corte uma relação de met+cis:lisina digestível de 71, 72 e 72 para a fase de 1 a 21 dias, 22 a 42 dias e 43 a 56 dias de idade. Esta relação é respeitada independente do sexo, desempenho regular, médio ou superior dos frangos de corte.

Para o NRC (1994), as recomendações nutricionais para frangos de corte, apresentam uma relação de met+cis:lisina de 82, 72 e 70 para as fases de 1 a 21 dias de idade, 22 a 42 dias de idade e 42 a 56 dias de idade, respectivamente.

Fernandes (2008_a) estudando a relação de met+cis:lisina para frangos de corte machos Cobb durante a fase de 1 a 21 dias de idade, utilizando uma dieta farelada a base de milho e farelo de soja com 3000 kcal de EM/kg e 22% de PB, encontraram um valor de 70% na relação met+cis:lisina digestível para melhor resposta de desempenho.

Murakami, et al. (2008) estudando a relação de met+cis:lisina digestível para pintos de corte de 1 a 19 dias de idade, concluíram que a relação de 71% proporcionou melhor desempenho para pintos de corte Cobb 500. As dietas experimentais foram formuladas a base de milho e farelo de soja e farinhas de origem animal (penas, carne e osso e vísceras), com 3000 kcal/kg, 22,6% de PB.

Estudando a relação de met+cis:lisina digestível para frangos de corte machos na fase de crescimento, Fernandes et al. (2008_b) encontraram 72% e 74% como a melhor relação desses aminoácidos para desempenho e rendimento de peito, respectivamente.

Como podemos observar, a relação de met+cis:lisina digestível é um requisito muito importante para testar a hipótese de substituir parte da DL-Metionina suplementada pela betaína. O experimento de Zanin Pereira (2008) pode ter sido influenciado pela alta relação met+cis:lisina digestível presente nas rações experimentais, que, por sua vez, mesmo retirando parte da DL-Metionina para utilizar a betaína natural, a ração provavelmente continha quantidade suficiente de metionina, que, ao ser consumida pelos frangos de corte, manteve o seu desempenho normal.

Para Mack e Li (1998), existem algumas sugestões a serem consideradas quando se pretende desenvolver pesquisas a fim de verificar a hipótese de reduzir a

suplementação de DL-Metionina utilizando a betaína como fonte poupadora na dieta dos animais. Assim, segue:

1) Se a metionina na dieta basal encontra-se acima da exigência dos animais, a retirada de parte da suplementação da DL-Metionina com a inclusão da betaína pode indicar resultados inconclusivos, pois a quantidade de metionina suplementar ainda presente na dieta basal pode estar suprimindo a necessidade do animal.

2) Se a dieta basal deficiente em metionina, é também deficiente em colina, a metionina suplementar e a betaína presente nas dietas experimentais poderá ser direcionada para suprir a falta de colina que tem, em parte, a função de doar o grupo metil. Neste caso, o resultado experimental pode ser também inconclusivo quando se pensa em utilizar a betaína como fonte poupadora de metionina suplementar. Assim, conhecer a recomendação mínima de colina (mg/kg) em cada fase da criação dos frangos de corte passa a ser um requisito muito importante. Outro ponto que não devemos esquecer é suprir os níveis recomendados de ácido fólico, vitamina B₁₂ e vitamina B₆ a fim de evitar qualquer deficiência destas vitaminas para que não ocorra comprometimento com o ciclo da homocisteína.

Na tentativa de interpretar as recomendações de Mack e Li (1998), podemos citar o trabalho desenvolvido por Rostagno e Pack (1996). Estes autores conduziram um experimento com frangos de corte de 1 a 40 dias de idade com o objetivo de verificar se a betaína pode substituir parte da DL-Metionina suplementar. A dieta basal constituída de milho, farelo de soja e farinha de carne e ossos foram formuladas para conter 0,630% e 0,510% de met+cis para a fase de 1 a 21 e 22 a 40 dias de idade, respectivamente. Os tratamentos consistiram de quatro níveis suplementares de DL-Metionina (0,0%; 0,06%; 0,12% e 0,18%), que, somada ao nível de 0,0% e 0,06% de DL-Metionina, outras quatro dietas foram produzidas com a adição de 0,05% e 0,10% de betaína para a fase de 1 a 21 e 22 a 40 dias de idade. A dose 0,05% de betaína foi equimolar a 0,06% de DL-Metionina. A inclusão de 500 ppm de colina quando somada à quantidade de colina presente nas rações experimentais, teve como proposta suprir o fornecimento de grupo metil e a formação de fosfatidilcolina no metabolismo animal. Os níveis de vitamina B₆, vitamina B₁₂, e ácido fólico foram de 4 mg/kg; 0,015 mg/kg e 1 mg/kg de produto, respectivamente, respeitando a inclusão do premix vitamínico em 1,6 kg/t. de ração. As aves receberam ração e água *ad libitum* por todo o período experimental. Os

resultados para ganho de peso e conversão alimentar aos 40 dias de idade estão apresentados nas figuras 5 e 6, respectivamente.

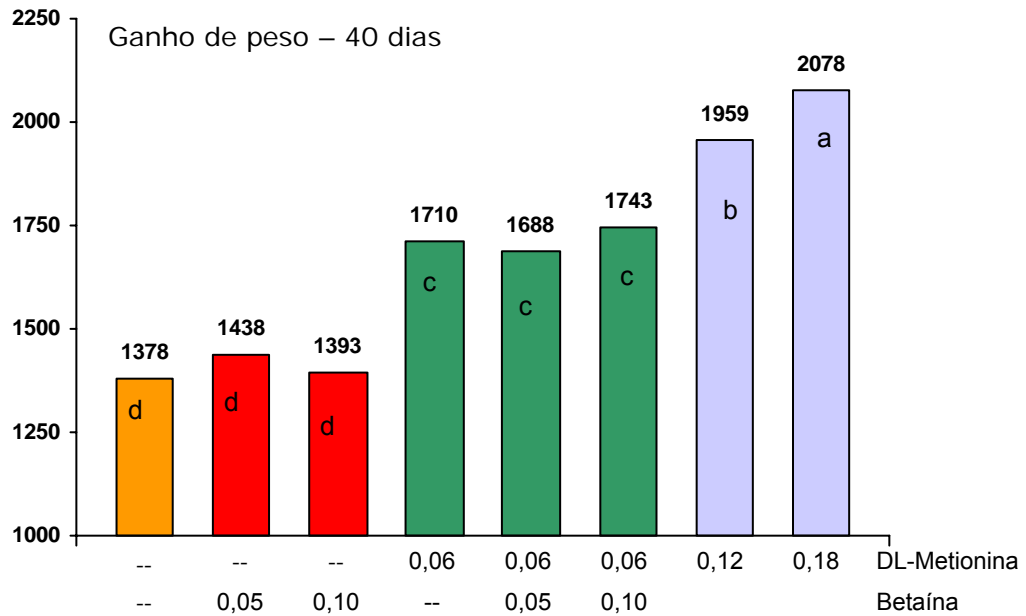


Figura 5. Resultado do ganho de peso dos frangos de corte submetidos aos tratamentos.

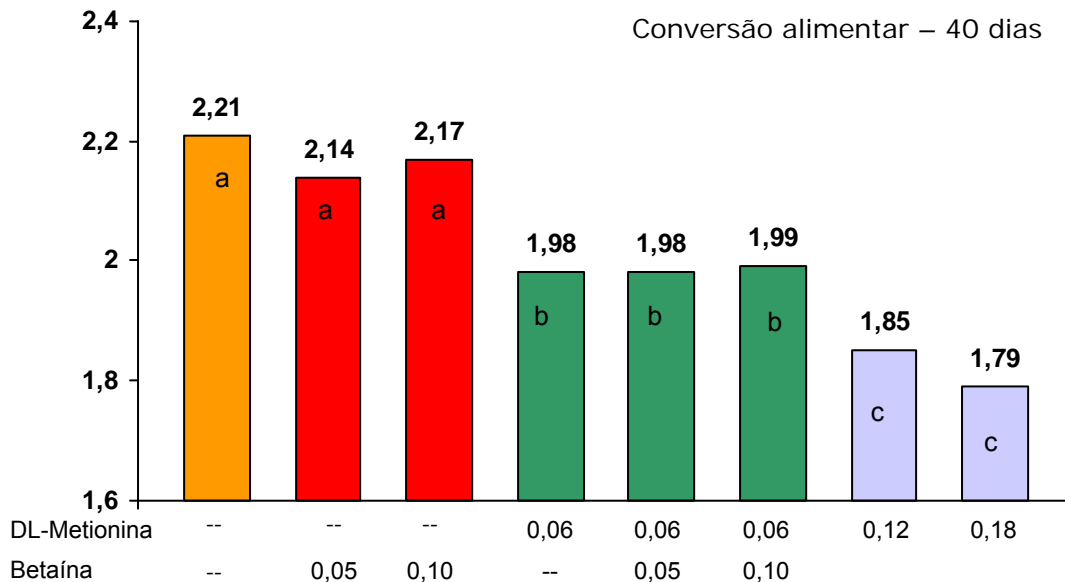


Figura 6. Resultado da conversão alimentar dos frangos de corte submetidos aos tratamentos.

Como pode ser observado, a dieta basal expressou a deficiência de metionina+cistina, reduzindo assim o ganho de peso e aumentando a conversão alimentar. As rações suplementadas com DL-Metionina refletiram na melhora crescente do ganho de peso e na melhora da conversão alimentar dos animais. O efeito dos dois níveis de betaína na dieta basal deficiente em metionina+cistina e na ração contendo 0,06% de DL-Metionina suplementar, não apresentou resposta adicional no ganho de peso e na melhora da conversão alimentar. Conseqüentemente, os resultados foram inferiores ($P < 0,05$) aos tratamentos suplementados com 0,12% e 0,18% de DL-Metionina, indicando, portanto, que a betaína através da reação de transmetilação não estaria promovendo um rendimento líquido de metionina no organismo do animal, impossibilitando então de substituir parte da DL-Metionina suplementar. Esses resultados estão de acordo com Shutte et al (1997) e Kermanshahi (2001) ao estudarem a substituição da DL-Metionina por betaína em frangos de corte.

Rafique et al (2002) com o objetivo de substituir parte da metionina suplementada por betaína em frangos de corte, não observaram melhora no desempenho dos animais que consumiram a dieta com betaína e deficiente em metionina, apresentando resultado inferior quando comparado com a dieta controle que tinha nível adequado de metionina. A betaína neste experimento apresentou melhora no resultado de desempenho quando comparado com os tratamentos que receberam colina.

Com o objetivo de verificar se a betaína pode substituir parte da metionina na dieta de frangos de corte, Baghaei et al. (2009), conduziram um experimento onde a dieta controle foi formulada de acordo com as recomendações do NRC (1994) para a fase inicial (1 a 21 dias de idade) e crescimento (22 a 42 dias de idade). Para os demais tratamentos, os níveis de metionina+cistina foram reduzidos para 90%; 80% e 70% da recomendação do NRC (1994). As rações com nível reduzido de metionina+cistina foram suplementadas com a betaína. As dietas foram formuladas a base de milho, farelo de soja, farelo de trigo e farinha de peixe. A inclusão do cloreto de colina foi de 1,0 kg/t. de ração. O presente estudo não indicou a possibilidade da betaína em substituir parte da metionina na dieta de frangos de corte.

Considerações Finais

A ampla função metabólica da metionina no organismo dos animais oportuniza o desenvolvimento de produtos que se denominam *poupadores de metionina*. Dentro deste conceito, a betaína tem sido recomendada, pela sua semelhança à metionina como doadora de grupos metil. Contudo, a revisão bibliográfica apresentada não indicou ser possível substituir a DL-Metionina suplementar pela betaína nas rações de frangos de corte.

Adequar relação de aminoácidos sulfurados na dieta ao invés de adotar o conceito de produtos que se denominam *poupadores de metionina* é considerada a recomendação mais sensata para interligar de forma verdadeira a economia das rações com o desempenho dos animais.

A ampla função metabólica da metionina indica ser possível classificá-la como um nutriente funcional, contudo, não devemos esquecer que a metionina, primeiramente, é um aminoácido essencial, que, na sua falta, vai reduzir o desempenho dos animais. Por fim, a DL-Metionina é a fonte mais eficiente de metionina suplementar para as aves.

Referência Bibliográfica

- Amarante Jr., V.S., Perazzo, F.G.C., Barros, L.R. , Nascimento, G.A.J, Brandão, P.A., Vilar da Silva, J.H., Pereira, W.E., Nunes, R.V., Costa, J.S. Níveis de metionina+cistina nos períodos de 22 a 42 e de 43 a 49 dias de idade. Rev. Bras. De Zootec. v.34, n.4, p. 1195 a 1201, 2005.
- Bonato, M.A., Sakomura, N.K., Gous, R.M., Siqueira, J.C., Mendonça, G.G., Ferreira, N.T. Exigência de metionina+cistina para aves, Anais do Premio Lanas, 2010.
- Bouchenooghe, T. Remacle, C., Reusens, B., Is taurine a functional nutrient ? Curr. Opin. Clin. Nutrition, v. 9, n.6, p. 728 a 733, 2006.
- Brosnan, J.T., Brosnan, M. The sulfur amino acids: An overview. The Journal of Nutrition - 5 th Amino acid assessment workshop, 1636S – 1640S, 2006.
- Brumano, G. Níveis de metionina+cistina digestíveis em rações para poedeiras leves nos períodos de 24 a 40 e de 42 a 58 semanas de idade. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa, MG, 2008, 103 p.
- Bydlowski, S.P., Magnanelli, A.C., Chamone, D.A.F. Hiper-homocisteinemia e doenças caso-occlusivas. Arq. Bras. Cardiologia, v.71, n.1, p. 69 a 76, 1998
- Champe, P.C. e Harvey, R. Bioquímica ilustrada, 1996, 2. ed., 446 p.
- Duarte, K.F., Junqueira, O.M., Filardi, R.S., Laurentiz, A.C., Souza, H.B.A., Oliveira, T.M.F.S. Efeito dos níveis de energia e programas de alimentação sobre a qualidade de carcaça e desempenho de frangos de corte abatidos tardiamente. Acta Animal Science, v. 29, n. 1, p. 39 a 47, 2007.
- Evangelista, J.N.B., Andrade, T.S., Pimentel, M. Utilização de betaína na alimentação de matrizes de lactação. www.pecnordeste.com.br
- Fernandes, M.N.S., Baião, N.C., Lara, L.C., Oliveira Neto, A.R., Rocha, J.R.S., Machado, A.L.C. Relação de metionina+cistina digestível para frangos de corte machos na fase inicial. In: 45 Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootécnica, Lavras, MG, 2008a.
- Fernandes, M.N.S., Baião, N.C., Caçado, S.V., Lara, L.C., Oliveira Neto, A.R., Rocha, J.R.S., Machado, A.L.C. Relação de metionina+cistina digestível para frangos de corte machos na fase de crescimento e rendimento de abate. In: 45 Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootécnica, Lavras, MG, 2008b.
- Ferreira, A.B.H. Aurélio – Século XXI – O dicionário da língua portuguesa. Editora nova Fronteira, 1999, 2128 p.

- Fontes, R. Síntese e degradação de derivados de aminoácidos com interesse biológico. users.med.up.pt/ruifonte/PDFs
- Gaya, L.G., Ferraz, J.B.S. Aspectos genéticos-quantitativos da qualidade de carne de frangos. *Ciência Rural*, v. 36, p. 349 a 356, 2006.
- Gous, R. Morris, T., Fisher, C. Mechanistic modelling in pig and poultry production, 343 p. 2006.
- Kermanshahi, K. Betaine replacement for DL-Methionine in the performance and carcass characteristic of broiler chicks, *J. Agricultural Science Technol.*, vol. 3, p. 273 a 279, 2001.
- Marck, S and Li E. Methionina, cholina and betaine – How the act and where they interact in animal metabolism. Evonik Degussa technical inform, 1998.
- Murakami, A.E., Potenza, A., Oliveira Neto, A.R., Gasparino, E., Furuya, W.M. Relação de metionina+cistina:lisina para pintos de corte. In: 45 Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootécnica, Lavras, MG, 2008.
- NRC – Nutrient requirement of poultry, 1994, 167 p.
- Rostagno, H.S., Pack, M. Can betaine replace supplemental DL-Methionine in broiler dieta ? *Applied Poultry Science*, p. 150 a 154, 1996.
- Rostagno, H.S., Albino, L.F.T., Donzele, J.L., Gomes, P.C., Oliveira, R.F., Lopes, D.C., Ferreira, A.S., Barreto, S.L.T. Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos – Compisição de alimentos e exigência nutricionais, UFV, Viçosa, MG, 2005, 186 p.
- Oliveira, M. MFP/SP quer mudar regras de fiscalização de carne de frangos resfriada – notícias, 2010, www.pgr.mpf.gov.br/noticias.
- Pack, M., Fickler, J., Rademacher, M., Lemme, A., Mack, S., Höhler, D., Fontaine, J., Petri, A. Aminoacids on animal nutrition, 2002, 558, p.
- Pest, G.M. The nutritional of labile methyl group donors in broiler chickens. *Proc. Martland Nutrition Conference*, p. 145 a 150, 1989.
- Rafique, M., Pasha, T.N., Khalique, A., Mahmud, A. Biological availability of betafin for methionine sparing in broiler chickens. *International Journal of Agr. & Biol.*, v.2, n.1-2, 2000, p. 165 a 166.
- Robson, K., Arkeart, K., Refsum, H., Brattstrom, L., Boers, G., Ueland, P. Low circulation float and vitamin B6 concentrations – risk factors for stroke, peripheral vascular disease, and coronary artery disease. *European Comac Group. Circulation*, v. 97, n.5, p. 437 a 443, 1998.

- Rodrigueiro, R.J.B., Albino, L.F.T., Rostagno, H.S., Gomes, P.C., Pozza, P.C., Neme, R. Exigência de metionina+cistina para frangos de corte na fase de crescimento e acabamento. Rev. Bras. De Zootec. v.29, n.2, p. 507 a 517, 2000.
- Sakomura, N.K. Nutritional requirements of poultry using de factorial model. In: Simpósio internacional sobre exigência nutricionais de aves e suínos, Viçosa, MG, 1996, p. 17 a 42.
- Santini, G. Meirelles, H., Matinelli, O., Souza, J.M. Relatório setorial final – FINEP – Financiadora de Estados e Projetos. 52 p, 2004. www.finep.gov.br
- Selhub, J. Homocysteine metabolism. Annu. Rev. Nutr., v.19, p. 217 a 246, 1999.
- Schutte, J.B., Jong, J., Smink, W., Pack, M. Replacement value of betaine for DL-Methionine in male broiler chicks, Poultry Science, v. 76, p. 321 a 325, 1997.
- Tesseraud S., Coustard, S.M., Collin, A. e Seilliez, I., Role of sulfur amino acids in controlling nutrients metabolism and cell functions: implications of nutrition. British Journal of Nutrition, p. 1 a 8, 2008.
- Uehara, S.K., Baluz, K., Rosa, G. Possíveis mecanismos trombogênicos da hiperhomocisteinemia e o seu tratamento nutricional. Rev. Nutr. Campinas, v.18, n. 6, p. 743 a 751, 2005.
- Ward, M. Homocysteine, folate and cardiovascular disease. In: Journal Vitamin Nutr. Res, v.7, n.3, p. 173 a 178, 2001.
- Wu, G. Interrelationship among methionine, choline and betaine in channel catfish – *Ictalurus punctatus*, Master of Science – Auburn University, Alabama, USA, 2003, p. 45.
- Zanin Pereira, P. W. Avaliação do complexo enzimático e betaína natural nas rações de frangos de corte criados em aviários comerciais. Dissertação-Tese de Mestrado – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2008, 64 p.