



## Biodisponibilidade de fontes de metionina para poedeiras leves na fase de produção mantidas em ambiente de alta temperatura

Débora Cristine de Oliveira Carvalho<sup>1</sup>, Luiz Fernando Teixeira Albino<sup>2</sup>, Horacio Santiago Rostagno<sup>2</sup>, Sandra Regina Freitas Pinheiro<sup>1</sup>, Claudson Oliveira Brito<sup>1</sup>, Maurício Tércio dos Santos Viana<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-graduação em Zootecnia, DZO, UFV, Viçosa, MG.

<sup>2</sup> Departamento de Zootecnia da UFV, Viçosa, MG.

**RESUMO** - Objetivou-se determinar se a biodisponibilidade de metionina análoga ácido livre (MHA-AL) é igual ou superior a 65%, na base de produto, para poedeiras leves no período de 24 a 40 semanas de idade. Durante quatro períodos experimentais de 28 dias, utilizaram-se 640 poedeiras comerciais com 24 semanas de idade, em um delineamento inteiramente casualizado, com dez tratamentos, oito repetições e oito aves por unidade experimental. Os tratamentos consistiram de uma ração basal farelada deficiente em metionina, contendo 2.830 kcal de energia metabolizável (EM)/kg, 14,5% de proteína bruta (PB) e 0,23% e 0,21% de metionina total e digestível, respectivamente, suplementada com DL-metionina 99%, DLM (0,0325; 0,05; 0,065; 0,0975; 0,10 ou 0,15%) e com MHA-AL 88% (0,05; 0,10 e 0,15%). As características avaliadas foram peso corporal (kg), produção de ovos (%), massa de ovos (g), peso médio dos ovos (g), consumo de ração (g) e conversão alimentar (g de ração/g de ovo). Com base nos dados de produção de ovos, massa de ovo e conversão alimentar, a biodisponibilidade da MHA-AL foi calculada em 74,66; 73,97; e 71,17%, respectivamente, conferindo à MHA-AL biodisponibilidade média de 73,22% em relação à DLM, na base do produto. A biodisponibilidade da MHA-AL é superior a 65% na base do produto.

Palavras-chave: aves de postura, base produto, DLM, estresse térmico, MHA-AL

## Bioavailability of methionine sources for laying hens in the production period, in a high temperature environment

**ABSTRACT** - The objective of the study was to determine whether bioavailability of methionine hydroxy analogue free acid (MHA-FA) is higher than 65%, in product basis, for 24 to 40 week-old laying hens. Six hundred and forty 24-week commercial laying hens were used in four 28-day experimental periods in a randomized complete design with ten treatments, eight replications and eight birds per experimental unit. The treatments were based on a basal feed deficient in methionine, containing 2,830 kcal metabolizable energy (EM)/kg and 14.5% crude protein (CP), with 0.23% and 0.21% total and digestible methionine, respectively, supplemented with DL-methionine 99% - DLM (0.0325; 0.05; 0.065; 0.0975; 0.10 and 0.15%) and MHA-FA (0.05; 0.10 and 0.15%). The following variables were assessed: body weight (kg), egg production (%), egg mass (g), egg weight (g), feed intake (g), feed conversion (g/feed/egg). Based on the egg production evaluation, egg mass and feed conversion, the bioavailability of MHA-FA was estimated at 74.66, 73.97 and 71.17%, respectively, giving MHA-FA an average bioavailability of 73.22% compared to DLM on product basis. The MHA-FA bioavailability was higher than 65% on product basis.

Key Words: base product, DLM, heat stress, laying hens, MHA-FA

### Introdução

Como as exigências em proteína e em aminoácidos de poedeiras podem variar com o peso corporal, a taxa de crescimento e/ou produção de ovos, é muito importante atentar a esses fatores ao formular as rações. Deve-se dar atenção à temperatura ambiente e

à umidade relativa do ar, que afetam os consumos de ração e aminoácidos.

A interação entre nutrição e temperatura ambiental é essencial para se entender e determinar a exigência nutricional (Stringhini et al., 2005). A deposição proteica depende da suplementação de aminoácidos e da quantidade e qualidade (em valores biológicos) da

proteína dietética. A metionina é o primeiro aminoácido limitante em rações comerciais para aves e sua deficiência pode ser corrigida pela suplementação de metionina sintética.

Uma vez que a rentabilidade da produção animal depende da formulação de rações a mínimo custo, é necessária a utilização de ingredientes ou de fontes de nutrientes de acordo com seu valor nutricional e que proporcionem maior rendimento, caso contrário, podem ocorrer perdas nutricionais e econômicas (Lemme, 2001). Atualmente, há no mercado diferentes fontes sintéticas de metionina; as mais utilizadas são a DL-metionina (DLM) e a metionina hidroxí-análoga ácido livre (MHA-AL). A importância da biodisponibilidade dessas fontes tem sido discutida entre nutricionistas, uma vez que o conhecimento da biodisponibilidade pode assegurar o atendimento das exigências nutricionais em metionina+cistina, permitindo a suplementação das rações de forma efetiva e favorecendo a comparação do preço de mercado dos produtos. Entretanto, para decidir sobre qual fonte de metionina é mais econômica, é preciso avaliar o potencial da MHA-AL em relação à DLM de liberar metionina e se a MHA-AL é tão eficiente para promover uma resposta no desempenho dos animais quanto a DLM.

Estudos com várias espécies animais têm sido conduzidos para estabelecer a biodisponibilidade da MHA-AL, entretanto há muitas variações nos resultados (Lemme, 2001). Neste sentido, realizou-se este trabalho para determinar se a biodisponibilidade de MHA-AL é igual ou superior a 65%, com base no peso (produto comercial), para poedeiras leves no período de 24 a 40 semanas mantidas em ambiente de alta temperatura.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado na seção de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, no período de 10 de dezembro a 31 de março de 2003, utilizando-se 640 poedeiras comerciais da marca Hy-Line W36 com 24 semanas de idade, durante quatro períodos experimentais de 28 dias.

Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com dez tratamentos, oito repetições e oito aves por unidade experimental. As aves foram alojadas em galpão de alvenaria coberto com telhas de barro, vedado com lonas plásticas pretas e equipado com gaiolas de postura contendo em seu interior lâmpadas infravermelhas de 250W, distribuídas aleatoriamente no galpão para garantirem ambiente quente durante todo o período experimental.

As condições ambientais (temperatura e umidade do ar) foram monitoradas diariamente, por meio de termômetros de máxima e mínima e um termo-higrógrafo, para medir a umidade relativa dentro da instalação (Tabela 1).

As aves receberam ração e água à vontade e 17 horas de luz durante todo o período experimental, conforme recomendações de manejo do manual da Hy Line W36 (2003).

Foi utilizada ração basal farelada, deficiente em metionina e formulada para satisfazer às recomendações nutricionais de Rostagno et al. (2000), contendo 2.830 kcal de EM/kg, 14,5% de PB e 0,23% e 0,21% de metionina total e digestível, respectivamente (Tabela 2). A ração basal foi suplementada com seis níveis de DLM (99% de metionina) e três níveis de MHA-AL (88% de metionina). A suplementação com os níveis 0,0325; 0,065 e 0,0975% de DLM corresponde à suplementação de 65% de DLM para 100% de MHA-AL, ou seja, 65% de biodisponibilidade da MHA-AL em relação à DLM como base produto (produto comercial); a suplementação com os níveis 0,05; 0,10 e 0,15% corresponde à suplementação de metionina sintética somente com a fonte DLM; e a suplementação com os níveis 0,05; 0,10 e 0,15% corresponde à suplementação de metionina sintética somente com a fonte MHA-AL (Tabela 2). Assim, as dietas podem ser caracterizadas como; DLM65 (0,0325; 0,065 e 0,0975% de DLM), DLM100 (0,05; 0,10 e 0,15% de DLM) e MHA-AL100 (0,05, 0,10 e 0,15% de MHA-AL). A suplementação com metionina foi realizada em substituição ao amido.

As poedeiras foram alojadas de acordo com a taxa de postura, de modo que todas apresentassem no início do período experimental taxa de postura semelhante. As características avaliadas em cada período foram consumo de ração (g/ave.dia), produção de ovos (%), peso dos ovos (g), massa de ovo (g/ave.dia), conversão alimentar por massa de ovo (g/g), ganho de peso (kg) e viabilidade econômica (%).

Tabela 1 - Temperatura ambiente média (mínima e máxima) e umidade relativa média (mínima e máxima) dentro da instalação em cada período experimental

Período	Temperatura (°C)		Umidade relativa (%)	
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima
1	25 (23) <sup>1</sup>	30 (34) <sup>2</sup>	58 (54) <sup>1</sup>	68 (70) <sup>2</sup>
2	26 (23) <sup>1</sup>	30 (33) <sup>2</sup>	60 (54) <sup>1</sup>	71 (79) <sup>2</sup>
3	26 (24) <sup>1</sup>	32 (34) <sup>2</sup>	58 (53) <sup>1</sup>	73 (79) <sup>2</sup>
4	26 (23) <sup>1</sup>	30 (33) <sup>2</sup>	60 (56) <sup>1</sup>	74 (76) <sup>2</sup>
Média	26 (23) <sup>1</sup>	31 (34) <sup>2</sup>	59 (54) <sup>1</sup>	72 (76) <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Menor temperatura e umidade relativa registradas no período (28 dias).

<sup>2</sup> Maior temperatura e umidade relativa registradas no período (28 dias).

Tabela 2 - Composição percentual, química e nutricional da ração basal, na matéria natural

Ingrediente	%
Milho	40,00
Sorgo	26,11
Farelo de soja	19,00
Óleo de soja	3,00
Calcário calcítico	9,20
Fosfato bicálcico	1,70
Cloreto de sódio	0,40
Amido	0,20
L-lisina	0,15
L-treonina	0,03
L-triptofano	0,03
Suplemento vitamínico <sup>1</sup>	0,10
Suplemento mineral <sup>2</sup>	0,05
Cloreto de colina (60%)	0,02
Antioxidante <sup>3</sup>	0,01
Composição calculada	
Energia metabolizável (kcal/kg)	2.830
Proteína bruta (%)	14,50
Cálcio (%)	4,04
Fósforo total (%)	0,59
Fósforo disponível (%)	0,40
Metionina total(%)	0,23
Metionina digestível (%)	0,21
Metionina+cistina total (%)	0,48
Metionina+cistina digestível (%)	0,40
Lisina total (%)	0,80
Lisina digestível (%)	0,72
Treonina total (%)	0,59
Treonina digestível (%)	0,49
Triptofano total (%)	0,20
Triptofano digestível (%)	0,17
Arginina total (%)	0,88
Arginina digestível (%)	0,82
Valina total (%)	0,69
Valina digestível (%)	0,61

<sup>1</sup> Suplementação vitamínica, composição por kg do produto: vit. A - 8.000.000 UI; vit. D3 - 2.400.000 UI; vit. E - 22.500 mg; vit. B1 - 2.800 mg; vit. B2 - 7.700 mg; vit. B12 - 18.000 mcg; vit. B6 - 4.500 mg; ácido pantotênico - 13.000.000 mg; vit. K3 - 1.800.000 mg; ácido fólico - 1.300.000 mg; ácido nicotínico - 31.500 mg; selênio - 400 mg; antioxidante - 0,25 g; e q.s.p. - 1.000 g.

<sup>2</sup> Suplementação mineral, composição por kg, Mn 80,0 g; Fe - 80,0 g; Zn - 50,0 g; Cu - 10,0 g; Co - 2,0 g; I - 1,0 g; e veículo q. s. p. - 500 g.

<sup>3</sup> Antioxidante - BHT.

O consumo de ração foi determinado por diferença entre o peso da ração fornecida e o peso da sobra de ração nos comedouros e recipientes a cada período de 28 dias. Nesse mesmo período, foram calculadas as porcentagens de ovos/ave.dia, dividindo-se o total de ovos produzidos pelo número de aves de cada parcela e pelo número de dias multiplicado por 100. Os ovos foram coletados diariamente às 9 e 16 h. Todos os ovos íntegros nos cinco últimos dias de cada período experimental foram pesados em balança de precisão de 0,1 g para cálculo do peso médio dos ovos. A massa de ovo foi calculada como o produto da porcentagem de ovos/ave.dia e do peso médio dos ovos em cada parcela dentro de cada período de 28 dias. A conversão alimentar por massa de ovos foi calculada pela relação entre grama de ração ingerida pelas aves e massa de ovo produzida, em gramas. O ganho de peso foi obtido por meio da diferença dos pesos das aves no início e no final do experimento e a viabilidade foi obtida pela relação entre o número de aves que sobraram no final do experimento e o número de aves alojadas no início do experimento multiplicado por 100.

Análise de variância foi realizada para verificar se houve efeito linear e quadrático dos níveis de suplementação dentro de cada fonte (DLM e MHA-AL). A comparação das fontes foi feita utilizando-se o teste de média Student Newman Keuls (SNK). Para determinar a biodisponibilidade da MHA-AL em relação à DLM (considerada com 100% de biodisponibilidade), foi utilizada a relação dos coeficientes de regressão, *slope ratio*, adotando-se o seguinte modelo exponencial:

$$Y = a + b [1 - e^{-(b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3)}],$$

em que: Y = característica observada (produção de ovos, massa de ovos, ..., conversão alimentar); a = constante (intercepto em Y, resposta com ração basal); b = constante b

Tabela 3 - Composição química analisada das rações experimentais e da ração basal e valores analisados dos aminoácidos suplementados na ração basal, na matéria natural

	Dieta experimental									
	Ração basal	DLM65			DLM100			MHA-AL100		
		0,0325%	0,065%	0,0975%	0,05%	0,10%	0,15%	0,05%	0,10%	0,15%
Proteína bruta (%)	14,15	14,26	14,58	14,33	14,6	14,54	14,72	14,10	14,15	14,40
Extrato etéreo (%)	5,20	4,98	4,86	4,84	5,12	5,01	5,00	4,69	4,69	4,73
Cálcio (%)	4,13	4,08	4,10	4,00	4,10	4,05	4,05	4,01	4,11	4,15
Fósforo (%)	0,50	0,54	0,51	0,52	0,50	0,51	0,53	0,50	0,51	0,53
Metionina total <sup>1</sup> (%)	0,23	0,262	0,294	0,327	0,28	0,329	0,38	0,274	0,318	0,362
Metionina total <sup>2</sup> (%)	0,22	0,253	0,281	0,309	0,272	0,314	0,364	0,267	0,307	0,357
Aminoácidos suplementados										
Metionina	-	0,033	0,061	0,089	0,052	0,094	0,144	0,047	0,087	0,137
Lisina	0,118	0,119	0,117	0,115	0,117	0,114	0,115	0,110	0,113	0,116
Treonina	0,034	0,034	0,034	0,034	0,035	0,034	0,033	0,033	0,034	0,034

<sup>1</sup> Valores de metionina calculados.

<sup>2</sup> Valores de metionina analisados.

(b é a resposta máxima calculada, idêntica para as fontes avaliadas);  $b_1$ ,  $b_2$  e  $b_3$  = coeficientes de regressão para DLM100, DLM65 e MHA-AL100, respectivamente;  $x_1$  = nível de DLM100;  $x_2$  = nível de DLM65; e  $x_3$  = nível de MHA-AL100.

## Resultados e Discussão

A adição de MHA-AL e DLM melhorou ( $P \leq 0,05$ ) a produção de ovos, o peso do ovo, a massa de ovo, o consumo de ração e a conversão alimentar em relação à ração basal. Nos níveis de suplementação, as fontes de metionina tiveram efeito linear sobre todas as características avaliadas. Nos mesmos níveis de suplementação (DLM100 vs MHA-AL100), as fontes de metionina apresentaram diferenças significativas quanto aos efeitos no desempenho, cujos melhores resultados foram obtidos com DLM em relação à MHA-AL. A fonte MHA100 promoveu o melhor desempenho das poedeiras em relação a DLM65 (Tabela 4).

O consumo de ração foi inferior ao recomendado pelo manual da linhagem, que sugere em torno de 94 g/ave.dia (Tabela 4). Esse baixo consumo de ração pode estar relacionado à elevada temperatura ambiente durante o período experimental (média de 28,5 °C). Além disso, o baixo peso corporal das aves diminuiu a exigência de manutenção diária das aves. Entretanto, o consumo de ração diferiu ( $P \leq 0,05$ ) de acordo com a fonte utilizada e foi menor nas aves que receberam ração com a fonte DLM65. As aves que receberam ração suplementada com MHA-AL100 tiveram consumo médio de ração inferior ao daquelas

alimentadas com a ração suplementada com DLM100 nos mesmos níveis, resultados similares aos encontrados por Daenner & Bessel (2002) e Liu et al. (2004a, b).

A produção de ovos das poedeiras alimentadas com as fontes DLM100, DLM65 e MHA-AL100 aumentou linearmente de acordo com o nível de metionina e foi de 85,55% no nível de 0,0975% de suplementação DLM (DLM65); 90,06% no nível de 0,15% de suplementação de DLM (DLM100); e 88,37% no nível de 0,15% de MHA-AL (MHA100). A fonte de metionina determinou diferença significativa ( $P \leq 0,05$ ) na produção de ovos; a DLM100 promoveu melhor produção média de ovos (85,19%) em comparação à MHA-AL100 (82,39%) e a DLM65 promoveu produção média de ovos (79,07%), ou seja, inferior à encontrada para DLM100 e MHA-AL100 (Tabela 4).

O peso médio dos ovos aumentou linearmente ( $P \leq 0,05$ ) de acordo com o nível de metionina (Tabela 4), portanto, o nível de metionina influencia o peso dos ovos, como constatado por Harms & Russel (1993). Os maiores pesos de ovos foram de 53,42 g quando suplementada DLM para 0,0975% de suplementação (DLM65), de 54,09 g quando foi suplementada a fonte DLM para 0,15% de suplementação (DLM100) e de 53,38 g quando suplementada MHA-AL para 0,15% de suplementação (DLM100). O peso médio dos ovos diferiu ( $P \leq 0,05$ ) de acordo com a fonte de metionina utilizada e, apesar de os valores terem sido inferiores ao citado pelo manual (4 g a menos), os dois maiores níveis de suplementação, independente-mente da fonte, podem ser considerados bons. É possível que as aves tenham utilizado proteína e energia destinadas ao ganho de peso para produção e

Tabela 4 - Desempenho de poedeiras em ambiente de alta temperatura alimentadas com rações suplementadas com diversas fontes de metionina

	Consumo de ração (g)	Produção dos ovos (%)	Peso médio dos ovos (g)	Massa de ovos (g)	Conversão alimentar (g/g)
Ração basal (B)	64,93	61,27	47,72	29,07	2,27
Basal + 0,0325% DLM	72,87	70,70	49,57	34,96	2,12
B + 0,065% DLM	81,58	80,94	51,62	41,73	1,97
B + 0,0975% DLM	83,01	85,55	53,42	45,49	1,84
Média DLM65	79,15c	79,07c	51,54c	40,73c	1,97c
Efeito	L*	L*	L*	L*	L*
B + 0,05% DLM	77,97	77,85	51,33	39,84	1,97
B + 0,10% DLM	84,04	87,67	53,48	46,81	1,79
B + 0,15% DLM	83,79	90,06	54,09	48,58	1,73
Média DLM100	81,93a	85,19a	52,97a	45,08a	1,83a
Efeito	L*	L*	L*	L*	L*
B + 0,05% MHA	74,64	74,16	50,87	37,60	2,01
B + 0,10% MHA	82,84	84,63	52,69	44,49	1,87
B + 0,15% MHA	84,71	88,37	53,38	46,90	1,81
Média MHA-AL100	80,73b	82,39b	52,31b	42,99b	1,89b
Efeito	L*	L*	L*	L*	L*

<sup>a-c</sup> Médias de fonte de metionina seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem ( $P \leq 0,05$ ) pelo teste SNK.

L Efeito linear ( $P \leq 0,05$ ) dos níveis de metionina dentro de cada fonte de metionina.

maior peso dos ovos, pois o peso corporal das aves estava abaixo (1,320 kg) do recomendado pelo manual, 1,480 kg e permaneceu abaixo do recomendado (Tabela 5) até o final do período experimental. Uma das possíveis razões para o peso corporal ter se mantido baixo é o baixo consumo de ração, ocasionado pela elevada temperatura ambiente.

As aves que receberam ração com 0,15% de DLM apresentaram maior peso corporal quando estavam com 40 semanas de idade (final de experimento), 1,447 kg de peso corporal, enquanto no manual o peso ideal seria de 1,580 kg. As aves que receberam ração com níveis subótimos de metionina apresentaram peso corporal bem inferior ao recomendado pelo manual da linhagem (Tabela 5).

Não foi observado efeito ( $P > 0,05$ ) dos níveis nem das fontes de metionina no peso corporal das aves. Entretanto, o peso das aves reduziu com o fornecimento de rações deficientes em metionina, principalmente a ração basal. A perda de peso das aves que receberam ração suplementada com DLM65 foi maior que daquelas alimentadas com a ração suplementada com MHA100, exceto no nível de 0,0975% de DLM (DLM65).

O ganho de peso diário obtido com a fonte MHA foi maior que o obtido com a suplementação de 0,0975% de DLM e as aves que receberam ração com DLM100 apresentaram peso corporal superior ao observado com a suplementação de MHA-AL100, em todos os níveis de suplementação (1,127 vs 0,582; 0,307 vs -0,181; e -0,478 vs -0,886 kg), o que está relacionado à diferença na quantidade disponível do nutriente metionina de cada fonte. Lings & Molnar (1996) relataram que há relação entre disponibilidade de metionina de fontes dietéticas e sua incorporação nos músculos e essa relação possivelmente determina diferença de peso entre aves alimentadas com rações com diferentes fontes de metionina. Garlich (1985) e Waldroup et al. (1981) observaram ganho de peso similar para frangos de corte que receberam ração com as fontes DLM ou MHA-AL, desde que respeitada a concentração nutricional de cada fonte.

A viabilidade durante o período experimental foi de 100%. De acordo com os resultados observados e utilizando a equação exponencial, determinou-se a biodisponibilidade de 74,66 da MHA-AL na base de produto para produção de ovos (Tabela 6). Entretanto, Liu et al. (2004a) citaram que a biodisponibilidade da MHA-AL em relação à DLM foi de 139% na base molar ou de 122% na base de produto.

A massa de ovos foi influenciada pelo nível de suplementação de metionina ( $P \leq 0,05$ ). Houve efeito linear para cada fonte suplementada e os valores foram de 45,49; 48,55 e 46,89 g/ave.dia para os maiores níveis de suplementação de DLM65, DLM100 e MHA-AL100, respectivamente. A massa de ovos das aves que receberam ração sem suplementação de metionina foi de 29,07 g/ave.dia, bem menor que o valor encontrado para as aves que receberam ração com suplementação de metionina. Houve diferença significativa na massa de ovos entre as fontes de metionina utilizadas.

Pela equação de regressão (Tabela 6), verificou-se que a biodisponibilidade da MHA-AL para massa de ovos foi de 73,97% com base no produto. Valores similares foram descritos por Jansman (2003), que, em revisão, relatou que a biodisponibilidade média da MHA-AL em relação à DLM é de 83% na base molar e de 73% na base de produto. Entretanto, esses resultados diferem dos valores encontrados por Liu et al. (2004a) e são superiores aos encontrados por Daenner & Bessel (2002), de 67% da MHA-AL em relação à DLM para poedeiras, o que comprova grande variação nos resultados de biodisponibilidade determinados por diferentes autores.

A conversão alimentar foi influenciada ( $P \leq 0,05$ ) pelo nível de metionina (Tabela 4) e melhorou de forma linear com o aumento do nível de metionina na ração. A conversão alimentar das poedeiras que receberam a ração basal foi de 2,27. A melhor conversão alimentar para cada fonte suplementada foi encontrada no maior nível de suplementação, de 1,84 para 0,0975% de DLM (DLM65),

Tabela 5 - Desempenho de poedeiras em ambiente de alta temperatura alimentadas com rações suplementadas com diversas fontes de metionina

	Peso médio inicial (kg)	Peso médio final (kg)	Alteração de peso (g)	Ganho de peso diário
Ração basal (B)	1.324	1.148	-176,563	-1,576
B + 0,0325% DLM	1.323	1.204	-119,531	-1,067
B + 0,065% DLM	1.323	1.291	-32,031	-0,286
B + 0,0975% DLM	1.323	1.352	29,576	0,264
B + 0,05% DLM	1.321	1.245	-53,571	-0,478
B + 0,10% DLM	1.322	1.356	34,375	0,307
B + 0,15% DLM	1.321	1.447	126,227	1,127
B + 0,05% MHA	1.322	1.278	-99,219	-0,886
B + 0,10% MHA	1.323	1.302	-20,313	-0,181
B + 0,15% MHA	1.321	1.386	65,179	0,582

1,73 para 0,15% de DLM (DLM100) e de 1,81 para 0,15% de MHA-AL (MHA-AL100). A conversão alimentar variou ( $P \leq 0,05$ ) de acordo com a fonte de metionina utilizada, e a biodisponibilidade da MHA-AL, de 71,17% na base de produto, foi determinada por meio de equação de regressão (Tabela 6). Esses resultados são superiores aos resultados encontrados por Daenner & Bessel (2002), que encontraram biodisponibilidade da MHA-AL de 69% em relação à DLM para conversão alimentar, e diferem

também dos valores encontrados por Liu et al. (2004a; 2004b).

Com base nos dados de produção de ovos, da massa de ovos e da conversão alimentar, a biodisponibilidade da MHA-AL foi calculada em 74,66; 73,08; e 71,17%, respectivamente (Tabela 6), resultados que comprovam a biodisponibilidade média de 73,22% da MHA-AL, em relação à DLM, na base produto. Estes resultados estão de acordo com os valores médios citados por Jansman (2003).

Tabela 6 - Equações exponenciais utilizadas para determinar a biodisponibilidade das fontes de metionina, com seus respectivos coeficientes de determinação ( $R^2$ ), e biodisponibilidade estimada das fontes de metionina utilizando a relação dos coeficientes de regressão

Parâmetro	Equação	$R^2$	Biodisponibilidade (%)		
			DLM100	DLM65	MHA-AL
Produção de ovo (%)	$Y = 60,39 + 36,87 (1 - e^{-12,867x_1 - 12,17x_2 - 9,606x_3})$	0,88	100	94,58	74,66
Massa de ovo (g/dia)	$Y = 28,41 + 25,99 (1 - e^{-11,765x_1 - 11,133x_2 - 8,703x_3})$	0,93	100	94,63	73,97
Conversão alimentar (g/g)	$Y = 2,284 - 0,673 (1 - e^{-12,72x_1 - 10,752x_2 - 9,054x_3})$	0,80	100	84,53	71,17

Parâmetro usado para gerar equações: porcentagem de metionina suplementada.  $X_1$  = DLM100,  $X_2$  = DLM65,  $X_3$  = MHA100.

## Conclusões

A biodisponibilidade da MHA-AL, na base do produto, em poedeiras leves é 73,22%, ou seja, superior a 65%.

## Literatura Citada

- DAENNER, E.E.; BESSEL, W. Efectividad de DL-Metionina Hidroxi Análoga (DL-MHA-FA) comparada com DL-Metionina sobre el desempeño de gallinas ponedoras. *Amino News*<sup>TM</sup>, v.3, n.4, p.24, 2002.
- GARLICH, J.D. Response of broilers to DL-Methionine Hydroxy Analog free acid, DL-Methionine and L-Methionine. *Poultry Science*, v.64, p.1541-1548, 1985.
- HARMS, R.H.; RUSSEL, G.B. Amino acid supplementation restores performance of commercial layers fed a low protein diet. *Poultry Science*, v.72, n.10, p.1892-1896, 1993.
- HY-LINE International. *Hy-line variety W-36 commercial management guide 2003*. West Des Moines: Hy-Line International, 2003. 22p.
- JANSMAN, A.J. *Comparison of the biological efficacy of DL-methionine and hydroxy-4-methylthiobutanoic acid (HMB) in pigs and poultry*. The Netherlands, Plus Appendices, 2003. n.2209, 15p. (ID-lelystad Report).
- LEMME, A. La efectividad biológica de la metionina hiroxi análoga es menor que la de DL-metionina-base fisiológica. *Amino News*<sup>TM</sup>, v.2, n.2, p.7-10, 2001.
- LINGENS, G.; MOLNAR, S. Studies on metabolism of broilers by using 14C-labelled DL-methionine and DL-methionine hydroxy analog Ca-salt. *Archemich Animal Nutrition*, v.49, p.113-124, 1996.
- LIU, Z.; BRYANT, M.M.; ROLAND, D.A. Bioavailability estimation of dl-methionine hydroxy analogue relative to dl-methionine in layers fed milo-soybean diets using different regression models. *Journal Applied Poultry Research*, v.13, p.461-467, 2004a.
- LIU, Z.; BATEMAN, A.; BRYANT, M.M. et al. Estimation of bioavailability of DL-methionine hydroxy analogue relative to DL-methionine in layers with exponential and slope-ratio models. *Poultry Science*, v.83, p.1580-1586, 2004b.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. *Tabelas brasileiras para aves e suínos - Composição de alimentos e exigências nutricionais*. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 141p.
- STRINGHINI, J.H.; FILHO, R.M.J.; PEDROSO, A.A. et al. Nutrição no período de pré-postura, pico e pós-pico de poedeiras comerciais. In: CONFERÊNCIA APINCO 2005 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2005, Santos. *Anais.... Santos: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas*, 2005. v.2., p.171-189.
- WALDROUP, P.W.; MABRAY, C.J.; BLACKMAN, J.R. et al. Effectiveness of the free acid of methionine hydroxy analogue as a methionine supplement in broiler diets. *Poultry Science*, v.60, p.438-443, 1981.