

MAURÍCIO TÁRCIO DOS SANTOS VIANA

**FONTES E NÍVEIS DE METIONINA EM DIETAS PARA FRANGOS DE
CORTE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de “Magister Scientiae”.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2006

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

V614f
2006

Viana, Maurício Tércio dos Santos, 1979-
Fontes e níveis de metionina em dietas para frangos
de corte / Maurício Tércio dos Santos Viana. – Viçosa :
UFV, 2006.
xiii, 51f. : il. ; 29cm.

Inclui apêndice.
Orientador: Luiz Fernando Teixeira Albino
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de
Viçosa.
Referências bibliográficas: f. 29-37.

1. Frango de corte – Alimentação e rações. 2. Metionina
na nutrição animal. 3. Frango de corte – Registros de
desempenho. 4. Frango de corte – Nutrição.
I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 636.50852

MAURÍCIO TÁRCIO DOS SANTOS VIANA

**FONTES E NÍVEIS DE METIONINA EM DIETAS PARA FRANGOS DE
CORTE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de “Magister Scientiae”.

APROVADA: 20 de fevereiro de 2006

Prof. Horácio Santiago Rostagno
(Conselheiro)

Prof. Sérgio Luiz de Toledo Barreto
(Conselheiro)

Prof. Paulo Cezar Gomes

Dr^a. Débora Cristiane de Oliveira Carvalho

Prof. Luiz Fernando Teixeira Albino
(Orientador)

A Deus, pela vida.

Ao meu pai, Saturnino José Viana (in memoriam).

À minha mãe, pelo amor, carinho e dedicação em todos os momentos.

Aos meus irmãos Mara, Marcelo (in memoriam) e Marcos, com carinho.

As minhas sobrinhas Ana Carolina, Sarah e Samara.

Ao professor Luiz Fernando Teixeira Albino, pela amizade.

Aos amigos e familiares, com alegria.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa, à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização deste curso.

À CAPES, pela bolsa de estudo concedida.

Ao professor Luiz Fernando Teixeira Albino, pela dedicada orientação, pelos ensinamentos, pelo estímulo e principalmente pela amizade.

Aos professores conselheiros Horácio Santiago Rostagno e Sérgio Luiz de Toledo Barreto, pelas sugestões e críticas na elaboração deste trabalho.

Ao professor Paulo Cezar Gomes, pela colaboração.

À Dr^a Débora Cristine de Oliveira Carvalho, pela dedicação, pela paciência e pela valiosa ajuda na realização desta pesquisa.

Aos amigos Anastácia, Lídson, Claudson, Fernando, Rodrigo, Luiz Ernesto, Mauro Godoi, Marli, Carla, Guilherme, Eliane, Nathalie, Daniel, Alfredo, Regina, Saraiva, Tatiana, Thiago, Roque, Simone, Daniela e LÍlian, pelo feliz convívio, pelo carinho e pela atenção nos momentos de necessidades.

As amigas Renata, Sandra e Rafaela pela sinceridade.

Ao grande amigo Gustavo Gattás.

À Degussa do Brasil pelo fornecimento das fontes de metionina.

Ao abatedouro PIF PAF pelo fornecimento das dietas.

Aos funcionários da Seção de Avicultura-DZO, em especial, Adriano, Elísio, José Lino e Sebastião.

Aos demais professores, colegas e funcionários do Departamento de Zootecnia, que contribuíram direta e indiretamente para a conclusão deste curso.

BIOGRAFIA

MAURÍCIO TÁRCIO DOS SANTOS VIANA, filho de Saturnino José Viana e Avelina dos Santos Viana, nasceu em 27 de novembro de 1980, em Teixeiras – MG.

Em 1999 iniciou o Curso de Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa, graduando-se em Janeiro de 2004.

Em Março de 2004 iniciou o Curso de Pós-Graduação em Zootecnia a nível de mestrado pela Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Monogástricos.

Em Fevereiro de 2006, submeteu-se à defesa de tese para obtenção do título de “Magister Scientiae”.

CONTEÚDO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	viii
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Fontes de metionina.....	3
2.2. As moléculas de metionina e as dos hidróxi - análogos.....	4
2.3. Digestão e absorção das fontes de metionina.....	5
2.4. Metabolismo e excreção da metionina e de seus hidróxi - análogos.....	8
2.5. Bioequivalência das fontes de metionina.....	10
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3.1. Local e duração.....	13
3.2. Animais.....	13
3.3. Instalações, equipamentos e manejo.....	13
3.4. Delineamento e tratamentos experimentais.....	14
3.5. Parâmetros Avaliados.....	17
3.5.1. Consumo de ração.....	17
3.5.2. Ganho de peso.....	17

3.5.3. Conversão alimentar.....	17
3.5.4. Fator de produção.....	17
3.6. Análise estatística.....	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
4.1. Consumo de Ração.....	20
4.2. Ganho de Peso.....	22
4.3. Conversão Alimentar.....	24
4.4. Fator de Produção.....	27
5. CONCLUSÃO.....	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29
APÊNDICE.....	38

LISTA DE TABELAS

	Página
1 - Representação dos tratamentos experimentais.....	14
2 - Descrição dos tratamentos e dos níveis de suplementação da MHA e da DLM.	15
3 - Composições percentuais e bromatológicas das dietas basais.....	16
4 - Médias das temperaturas mínima e máxima registradas no interior do galpão no período experimental.....	19
5 - Valores médios do consumo de ração nos três períodos experimentais.....	21
6 - Valores médios do ganho de peso nos três períodos experimentais.....	23
7 - Valores médios da conversão alimentar nos três períodos experimentais.....	25
8 - Valores médios do fator de produção.....	27

APÊNDICE

	Página
01A - Efeitos de fontes e níveis de metionina no desempenho de frangos de corte de 01 a 10 dias de idade.....	39
02A - Efeitos de fontes e níveis de metionina no desempenho de frangos de corte de 01 a 28 dias de idade.....	40
03A - Efeitos de fontes e níveis de metionina no desempenho de frangos de corte de 01 a 47 dias de idade.....	41
04A - Resumo da análise de variância para o consumo de ração de 01 a 10 dias de idade.....	42
05A - Resumo da análise de variância para o consumo de ração de 01 a 28 dias de idade.....	43
06A - Resumo da análise de variância para o consumo de ração de 01 a 47 dias de idade.....	44
07A - Resumo da análise de variância para o ganho de peso de 01 a 10 dias de idade.....	45
08A - Resumo da análise de variância para o ganho de peso de 01 a 28 dias de idade.....	46
09A - Resumo da análise de variância para o ganho de peso de 01 a 47 dias de idade.....	47
10A - Resumo da análise de variância para a conversão alimentar de 01 a 10 dias de idade.....	48
11A - Resumo da análise de variância para a conversão alimentar de 01 a 28 dias de idade.....	49
12A - Resumo da análise de variância para a conversão alimentar de 01 a 47 dias de idade.....	50
13A - Resumo da análise de variância para o fator de produção período de 01 a 47 dias de idade.....	51

RESUMO

VIANA, Maurício Tércio dos Santos, M.S., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2006. **Fontes e níveis de metionina em dietas para frangos de corte.** Orientador: Luiz Fernando Teixeira Albino. Conselheiros: Horácio Santiago Rostagno e Sérgio Luiz de Toledo Barreto.

Objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito de duas fontes de metionina, a DL-Metionina (DLM - 99%) e a Metionina Hidroxi Análoga em Ácido Livre (MHA-AL - 88%) e três diferentes níveis de suplementação deste aminoácido em dietas comerciais sobre o desempenho de frangos de corte. Foram utilizados 1.232 pintos de corte machos da linhagem Ross, de 01 a 47 dias de idade, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 3 (duas fontes de metionina x três níveis de suplementação) e um tratamento adicional sem suplementação, com oito repetições de 22 aves por unidade experimental. Os tratamentos foram obtidos pela suplementação de metionina em substituição ao amido da dieta. Os níveis nutricionais das dietas testadas seguiram os padrões convencionais de uma empresa integradora. Os tratamentos com as respectivas fontes de metionina foram identificados como: T₁ - Dieta Basal (sem suplementação), T₂ - Nível 1 (MHA-AL) contendo 50% de suplementação de MHA presentes nas fórmulas comerciais; T₄ - Nível 2 (MHA-AL) contendo 100% e o T₆ - Nível 3 (MHA-AL) contendo 150% da suplementação. Os três tratamentos suplementados com DLM, T₃, T₅ e T₇, continham uma quantidade equivalente a

65% da quantidade de MHA-AL utilizada para os tratamentos 2, 4 e 6, respectivamente. Os níveis de Met + Cis total para os tratamentos 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7, respectivamente, foram de 0,748; 0,910; 0,868; 1,072; 0,987; 1,234; 1,107% para a fase pré-inicial; 0,675; 0,807; 0,773; 0,938; 0,869; 1,070; 0,967% para a fase inicial e de 0,641; 0,733; 0,709; 0,822; 0,775; 0,914; 0,843% para a fase crescimento/final. Avaliou-se o consumo de ração, o ganho de peso, a conversão alimentar e o fator de produção. Dentro de cada nível de suplementação não houve diferenças significativas ($P>0,01$) entre os tratamentos contendo 100 partes de MHA-AL (T_2 , T_4 e T_6) e 65 partes de DLM (T_3 , T_5 e T_7), exceto para o período de 01 a 10 dias de idade, onde houve diferença significativa entre a DLM e MHA-AL para o ganho de peso no menor nível de suplementação (T_2 vs T_3). As aves alimentadas com dieta sem suplementação de metionina (T_1) tiveram menor consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar em todas as fases estudadas ($P<0,01$), quando comparado às aves alimentadas com os outros tratamentos (T_2 a T_7). Mesmo não havendo diferenças significativas ($P>0,01$), houve melhora no desempenho entre o nível intermediário (Nível 2 - T_4 e T_5) e o superior (Nível 3 - T_6 e T_7) de suplementação. Assim, com base nos parâmetros desempenho avaliados, conclui-se que 65 partes de DLM são equivalentes a 100 partes de MHA-AL.

ABSTRACT

VIANA, Maurício Tércio dos Santos, M.S., Universidade Federal de Viçosa, February of 2006. **Sources and Levels and Methionine Sources in Broiler Chickens Diets.** Adviser: Luiz Fernando Teixeira Albino. Committee members: Horácio Santiago Rostagno and Sérgio Luiz de Toledo Barreto.

The objective of this study was to evaluate the effect of two sources of methionine, DL-Methionine (DLM - 99%) and Methionine Hydroxy Analogue Free Acid (MHA-FA - 88%), at three different levels of supplementation in commercial diets on the performance of broiler chickens. Commercial Ross broilers were used, 1.232, from 01 to 47 days of age, with a completely randomized design in a factorial 2 x 3 (two sources methionine x three supplementation levels) arrangement. A negative control treatment without supplementation was also included. All the treatments had eight repetitions of 22 birds per experimental unit. The methionine levels were obtained by the substitution of starch from the experimental diets. The dietary nutritional levels followed the conventional patterns of a Brazilian Integration. The treatments with the respective methionine sources were: T₁ - Control Basal diet (without supplementation), T₂ - Level 1 (MHA-FA) with 50% of the level added to the commercial diet; T₄ - Level 2 (MHA-FA) with 100% and the T₆ - Level 3 (MHA-FA) with 150% of the commercial diet supplementation. The three treatments supplemented with DLM, T₃, T₅ and T₇ contained 65% of the amount of MHA-FA used for the treatments 2, 4 and 6, respectively. In the pre-

starter phase the total Met + Cis levels were, 0,748; 0,910; 0,868; 1,072; 0,987; 1,234; 1,107 % for treatments 1, 2, 3, 4, 5, 6 and 7, respectively. In the starter phase the total Met + Cis levels were, 0,675; 0,807; 0,773; 0,938; 0,869; 1,070; 0,967% for treatments 1, 2, 3, 4, 5, 6 and 7, respectively. In the growing/finishing phase the levels were of 0,641; 0,733; 0,709; 0,822; 0,775; 0,914; 0,843% for treatments 1, 2, 3, 4, 5, 6 and 7, respectively. Weight gain, feed intake, feed conversion and production factor were determined. Comparing MHA-FA (T₂, T₄ and T₆) and DLM (T₃, T₅ and T₇) within each supplementation level there was not significant differences (P>0,01) among the treatments, except for the period of 01 -10 days where there was significant difference between DLM and MHA for the weight gain at the lowest level of supplementation (T₂ vs T₃). Birds fed diet without methionine supplementation (T₁) had worse weight gain, feed consumption and feed conversion in all phases studied (P<0,01), when compared to the birds fed the other treatments (T₂ to T₇). There was a trend of (P>0,01) for improvement in the birds performance when comparing the intermediate level (Level 2 - T₄ and T₅) and the high level of supplementation (Level 3 – T₆ and T₇). Taking into consideration all the variable studied it is concluded that 65 parts of DLM is equivalent 100 parts of MHA-FA.

1. INTRODUÇÃO

O objetivo comum na avicultura é a obtenção de um produto de alta qualidade com menores custos na produção, uma vez que, cerca de 70 % do custo total da produção é devido à alimentação, tendo as fontes protéicas grande contribuição neste valor, aproximadamente 25% do custo, o que torna a proteína um dos componentes mais caros na dieta.

As dietas práticas são formuladas principalmente à base de milho e farelo de soja, o que supre as necessidades de proteína sem, contudo, suprir as exigências em metionina e aminoácidos sulfurados, exigindo a utilização de metionina sintética que onera o custo final da ração em aproximadamente 5% (Rodrigues et al., 1996).

A metionina juntamente com a cisteína em dietas para aves são os primeiros aminoácidos limitantes; logo a concentração adequada destes aminoácidos é de fundamental importância para determinar que outros aminoácidos possam ser utilizados com eficiência para a síntese de proteína.

Para a suplementação de metionina temos duas fontes alternativas que podem ser utilizadas: a DL-Metionina (DLM) na forma de pó e a Metionina Hidroxi Análoga em Ácido Livre (MHA-AL) na forma líquida (Weerden & Schutte, 1984).

A importância da efetividade biológica destas fontes tem sido tema de debate entre os nutricionistas, uma vez que o conhecimento da eficiência biológica poderá assegurar o desempenho zootécnico e o econômico dos animais. Para tomar a decisão correta sobre qual a fonte de metionina é mais efetiva, de acordo com seu o

custo, os nutricionistas necessitam avaliar o potencial da MHA-AL em relação à DLM como fonte de metionina.

Portanto, saber o valor nutritivo da MHA-AL em comparação à DLM é um pré-requisito importante para o custo na compra de ingredientes, para a formulação de dietas e para a produção animal (Brugalli, 2003).

Em geral, a resposta do animal a um nutriente limitante como a metionina segue a lei dos retornos mínimos. Isto significa que o desempenho animal melhora de forma não-linear com o aumento da suplementação dietética de metionina até que o potencial do animal, sob as condições de manejo a que está submetido, seja totalmente expresso e uma maior adição de metionina não promova qualquer resposta adicional em desempenho.

Segundo Brugalli (2003), com base nesta relação de resposta à dose, a especificação de metionina para rações comerciais de aves e de suínos deve ser estabelecida com cuidado para obter o desempenho animal objetivado durante o período desejado. O nível adequado de metionina depende da finalidade de produção, da genética, da idade do animal, do ambiente e dos custos de produção. O estabelecimento das especificações dietéticas ainda não leva em consideração a fonte suplementar de metionina.

Portanto, assim que o nível de metionina for especificado, deve ser tomada uma decisão quanto à fonte mais econômica de metionina a ser adicionada na ração.

Com bases nesses fatos, torna-se evidente a necessidade de estabelecer o nível adequado de metionina e avaliar o efeito da substituição da DLM por MHA-AL em dietas para frangos de corte, considerando a biodisponibilidade de 65% da MHA-AL.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Fontes de metionina

A metionina e a cistina são considerados aminoácidos fisiologicamente essenciais para manutenção e crescimento das aves, principalmente quando a maior fonte de proteína na ração é o farelo de soja. A combinação desses dois aminoácidos e, ou, a inclusão de níveis individuais na ração, torna-se uma grande área de estudo a fim de adequar a exigência para máxima produção durante as fases de vida dos animais (Graber et al., 1971a).

A metionina é o primeiro aminoácido limitante para aves e também tem importante papel na formulação de dietas para suínos. A metionina na forma isomérica L-Met pode ser encontrada em ingredientes como milho, soja, farinhas de origem animal e outros.

Atualmente, se oferecem na indústria de alimentos balanceados diferentes fontes sintéticas de metionina, sendo as mais utilizadas a DLM e a MHA-AL. Estas fontes estão disponíveis no mercado na forma de pó e líquida, para DLM e para MHA-AL, respectivamente (Barbi et al., 2004).

A DLM é um produto puro que contém 99% de metionina, e a MHA-AL líquida contém 88% de monômeros e formas poliméricas de MHA-AL. A MHA-AL é similar a DLM, exceto por conter um grupo hidróxido no lugar de um grupo amino. Por isto, a MHA-AL não é considerada um aminoácido, necessitando ser

convertida em metionina por diferentes transformações enzimáticas no organismo animal.

A chegada da MHA-AL na indústria animal no final dos anos 70, racionalizou o uso da metionina em fábricas de rações pela facilidade de automação de dosagem em sistemas fechados. No final dos anos 90, com a redução no uso de promotores de crescimento, o uso da MHA-AL proporcionou vantagens adicionais por suas características de ácido orgânico. Apesar de a DLM ser também um ácido, esta molécula não guarda as propriedades de dissociação de ácidos orgânicos.

A MHA-AL, sendo um ácido mono carboxílico, tem estrutura química muito similar a outros ácidos orgânicos que têm sido usados para substituir promotores de crescimento em aves e suínos, como o ácido fórmico, o láctico e o fumárico (Barbi et al., 2004).

2.2. As moléculas de metionina e as dos hidróxi - análogos

A primeira referência conhecida sobre o emprego da MHA-AL foi no trabalho de Block & Jackson (1932), com ratos alimentados com dieta deficiente em cistina, onde foi observado que esta estimulava o crescimento destes animais. Desde então, começou-se a pesquisar sobre fontes análogas de metionina como doadoras de metionina.

A principal diferença entre a metionina e seus análogos é a ausência do radical amina (NH_2) nos análogos. Quando na forma líquida, o hidróxi análogo apresenta-se como um ácido (ácido 2-hidróxi-4-metiltiobutírico) e na posição da amina, encontra-se uma hidroxila (OH). Quando na forma de pó, apresenta-se como um sal de cálcio (MHA-Ca), segundo Penz Jr. (1994).

Todas as três substâncias têm os dois isômeros (L e D), pois suas moléculas têm o carbono alfa assimétrico, ou seja, apresenta quatro ligantes diferentes, o que faz com que a luz polarizada migre para a esquerda ou para a direita na presença de cada um dos isômeros. Esta característica é importante, pois as aves só utilizam o isômero L da metionina na síntese protéica (Penz Jr., 1994).

Assim, as formas D-aminoácidos devem ser convertidas em L-aminoácidos (Lewis & Baker, 1995), via duas reações seqüenciais envolvendo oxidação (alfa carbono) para ceto-análogo e transaminação do ceto-análogo para L-aminoácido (Baker, 1994).

Segundo Dibner (2003), a conversão de D em L-Met envolve intermediários 2-cetoácido-4-metiltiobutanóico, os quais também ocorrem na via metabólica da MHA-AL.

Os isômeros L e D da metionina sempre apresentam na forma de monômeros. Os isômeros da MHA-AL na forma ácida, podem estar na forma de monômeros, dímeros ou oligômeros. Aqui, a reação ocorre entre a hidroxila de uma molécula com a carboxila da outra, através de uma ligação tipo éster. No caso da MHA-AL, as ligações éster são reversíveis (Penz Jr., 1994).

Boebel & Baker (1982) determinaram usando cromatografia líquida por alta performance, relação de 64 a 66% de monômeros, 15 a 19% de dímeros, ausência de trímeros, 1 a 3% de oligômeros e 12% de água. Lawson & Ivey (1986) sugerem que a MHA-AL é uma mistura de aproximadamente 65% de monômeros, 20% de dímeros e 3% de trímeros.

2.3. Digestão e absorção das fontes de metionina

Os nutrientes presentes no lúmen intestinal devem ser absorvidos pelas células e tecidos animais. Tal absorção de nutrientes tem como barreira natural a membrana das células epiteliais. Essa membrana contém lipídios, o que faz com que nutrientes solúveis em água e moléculas polares que se ionizam no pH fisiológico, necessitem de um sistema de transporte.

Os mecanismos de absorção dos isômeros de metionina são diferentes. A L-Met e a D-Met são absorvidos de maneira ativa, o que permite que sejam transportados contra um gradiente de concentração. Já os diferentes isômeros da MHA-AL são absorvidos de forma passiva, por difusão, o que requer passagem de

um meio de maior concentração da substância para um meio menos concentrado (Penz Jr., 1994).

De acordo com Knight & Dibner (1984) e Brachet & Puidserver (1987), o sistema de transporte ativo tem maior afinidade por L-Met do que por DL-Met. A MHA-AL por outro lado, pode passar através da membrana celular por difusão passiva. O baixo pH da parte superior do trato gastrointestinal das aves, onde a MHA-AL estaria na forma não dissociada, favorece em parte a absorção por difusão da MHA-AL.

A absorção de nutrientes segundo Esteve-Garcia (1988), está diretamente ligada ao tempo de permanência ao longo de todo o trato gastrointestinal, o que chamamos de taxa de passagem. Uma maneira de verificar a eficiência de absorção de uma molécula é por meio da quantificação do resíduo desta molécula no trato gastrointestinal após um período de tempo.

Esteve-Garcia (1988) e Esteve-Garcia & Austic (1993), compararam a absorção da MHA-AL com a DLM e concluíram que ambas as fontes de metionina sintética são completamente absorvidas em aves. Uma vez absorvida, a MHA-AL ou o isômero D da DLM, devem ser convertidos a L-Met para serem incorporados em proteínas nos tecidos do animal ou utilizados no metabolismo intermediário (Barbi et al., 2004).

A absorção intestinal e a excreção urinária são dois processos fisiológicos que podem limitar o uso de fontes de metionina. Han et al. (1990) trabalhando com frangos de corte machos encontraram uma retenção aproximadamente de 100% para a DLM e de 96 a 99% para a MHA-AL; afirmando que as diferenças de biodisponibilidade entre DLM e MHA-AL não devem ser devido a diferenças de absorção entre elas. Este mesmo autor, usando galos cecectomizados, identificou que uma pequena quantidade de MHA-AL pode ser absorvida no ceco ou ser usada na microflora cecal. Já a DLM é totalmente absorvida no intestino delgado.

Estudos sobre a absorção das fontes de metionina em frangos de corte mostraram que a DLM é rapidamente absorvida na parte inicial do intestino delgado e desprezível na parte final. Para a MHA-AL a absorção é muito mais lenta e menos

eficiente por todo o trato digestivo. Assim, ao final do intestino delgado, foram encontrados cerca de 11 e 15 % de MHA-AL não absorvidos (Maenz & Engele-Schaan, 1996).

Estes dados confirmam aqueles de Dibner et al. (1988) que mostraram que a MHA-AL é absorvida em todo o trato digestivo, inclusive no ceco. A MHA-AL assemelha-se mais a ácidos graxos de cadeia curta do que aminoácidos e, ácidos de cadeia curta também podem ser absorvidos no ceco.

Esteve-Garcia (1993), avaliando metodologias que quantificam a absorção intestinal ou a excreção urinária da DLM e da MHA-AL, concluiu que as fontes foram totalmente absorvidas pelo intestino delgado e que a excreção urinária de L-Met e D-Met foi inferior a 1 e 2,2% do volume filtrado, respectivamente.

As formas D e L da metionina não precisam ser transformadas para que haja absorção. Entretanto, no caso da MHA-AL é importante saber se podem ser absorvidas na forma de monômero, dímero ou oligômero de ácido (Penz Jr., 1994).

Lawson & Ivey (1986) mostraram em um estudo *in vitro*, usando o jejuno de aves incubadas por duas horas com dímeros de MHA-AL, que após 60 minutos, 92% dos dímeros de MHA-AL foram hidrolisados resultando em monômeros de MHA-AL. Desta forma, segundo estes autores, rapidamente o percentual de dímeros de MHA-AL que estão presentes na dieta são transformados em monômeros.

Comparando a absorção intestinal de L-Met, DL-Met e DL-MHA-AL em pintos Hubbard, Esteve-Garcia & Austic (1987) verificaram absorção acima de 99% para L-Met e DLM e uma absorção menor do que 90% para a DL-MHA. Em estudo complementar, Esteve-Garcia & Austic (1988) afirmaram que a DL-MHA foi bem absorvida em frangos.

Os sistemas de transportes bioquímicos da DLM (Brachet et al., 1987) e da MHA-AL (Brachet & Puigserver, 1987 e Brachet & Puigserver, 1989) foram intensamente estudados, e os resultados demonstraram que a velocidade relativa de absorção intestinal difere segundo a fonte; porém, não se tornou claro se estas diferenças realmente limitam o aproveitamento do componente.

Trabalhando com frangos de corte, Saunderson (1991) demonstrou a completa absorção da DLM e a incompleta absorção e a possível excreção urinária da MHA-AL, após recuperar 15,5% dos oligômeros de MHA-AL nas excretas dessas aves.

Han et al. (1990) não detectaram D-Met, L-Met ou MHA livre na excreção das aves após estudarem a absorção intestinal da DLM e DL-MHA em machos cecectomizados. A absorção intestinal da DL-MHA foi de 95,9% enquanto que a absorção de DLM foi aproximadamente 99,7%.

Muitos estudos que têm discutido a atuação das duas fontes comerciais de metionina no desempenho de frangos de corte submetidos a estresse por calor, demonstraram haver maior eficácia da MHA-AL em relação à DLM (Elkin, 1983; Garlich, 1985 e Balnave, 1990). Resultados que foram confirmados por Swick et al. (1990 e 1991).

Dibner et al. (1992) indicaram que o efeito benéfico da MHA-AL durante o estresse térmico está relacionado com o tipo de transporte de nutrientes. Estes autores verificaram que o transportador da MHA-AL mostrou-se mais eficiente do que o da DLM em frangos de corte submetidos ao estresse por calor.

Balnave & Oliva (1991) também sugeriram efeito benéfico da MHA-AL em dietas de frangos submetidos a estresse por calor. Porém, Mitchell & Hunter (1996) observaram absorção mais eficiente de DLM quando comparada à MHA-AL por área de intestino delgado de frangos de corte mantidos sob diferentes temperaturas ambientes; discordando, portanto, dos resultados anteriores.

2.4. Metabolismo e excreção da metionina e de seus hidróxi - análogos

Na MHA-AL ambos isômeros D e L são convertidos a L-Met, enquanto que na DLM apenas o isômero D deve ser convertido. Não se espera haver diferença de metabolismo entre fontes sintéticas de metionina.

Segundo Barbi et al. (2004), a conversão da L-MHA e da D-Met em L-Met são muito similares e envolvem enzimas oxidase localizadas nos peroxissomos. A

conversão do isômero D-MHA é feita por uma enzima presente na mitocôndria das células animais. Neste sentido, D-MHA pode ser convertido a L-Met e incorporado em proteína no tecido animal.

Lawson & Ivey (1984) demonstraram que a incorporação dos isômeros D e L da MHA em proteína animal é comparada com as dos isômeros D e L da DLM. Notou-se também que a L-Met é bem utilizada na síntese protéica, que a D e L MHA apresentam síntese protéica intermediária, enquanto que a D-Met gerou o menor nível de incorporação protéica nas células do fígado das aves.

Esta diferença de utilização dos isômeros D e L da metionina na síntese protéica foi confirmada por Vazquez-Anon et al. (2000). Ao estudar a utilização dos isômeros D e L da metionina em fígado de aves *in vivo*, maior quantidade de D-Met permanecia na forma livre após a infusão deste isômero e mais L-Met era incorporada em proteína animal. Estes resultados confirmam que a D-Met é convertida mais vagarosamente que a L-Met em proteína animal.

Depois da absorção, somente a L-Met não precisa sofrer qualquer alteração para ser usada na síntese das proteínas. A D-Met e a MHA-AL deverão sofrer alterações de tal forma que, após suas transformações metabólicas resultem também em L-Met, única forma que este aminoácido pode ser incorporado em qualquer proteína (Penz Jr., 1994).

De acordo com Hasseberg (2002), as moléculas de MHA-AL ao serem convertidas em L-Met por transaminação, acarretam perdas adicionais da eficácia biológica de MHA-AL, as quais são adicionadas às perdas ocorridas no intestino; podendo ser esta mais uma razão para a baixa eficiência relativa da MHA-AL em relação à DLM.

Dibner (1983) comparando a velocidade de incorporação da MHA-AL e da DLM na proteína em células hepáticas, verificou que desde início as reações de incorporação das duas substâncias na proteína foram similares; concluiu que não poderia ser na transformação da MHA-AL em L-Met a dificuldade da MHA-AL substituir a DLM.

Tais observações foram confirmadas quando Dibner & Ivey (1992) verificaram que as enzimas de oxidação e transaminação para DL-Met e MHA-AL estavam presentes no fígado das aves a uma concentração sete vezes maior do que a exigida.

Estudos de excreção renal das fontes sintéticas de metionina sugerem que, tanto a DLM quanto a MHA-AL, não apresentam perdas significativas por esta rota nos níveis normais de inclusão de metionina em rações (Esteve-Garcia, 1998 e Esteve-Garcia & Austic, 1993).

Peng et al. (1981) citado por Barbi et al. (2004), demonstraram que em níveis de excesso de consumo de metionina a atividade renal tende a ser maior para a MHA-AL do que para a DLM, sugerindo haver menor toxidez para a MHA-AL.

Essa maior toxidez da DLM é demonstrada pelo maior acúmulo de ferro no baço de animais consumindo doses excessivas de DLM ou MHA-AL. Este efeito adverso de exposição de ferro está associado a fase de transaminação no metabolismo da metionina (Peng et al., 1981).

Boebel & Baker (1982) identificaram que a DL-Met quando suplementada em excesso é significativamente mais tóxica que seus hidroxí-análogos, quando suplementados em quantidades isosulfúricas.

Estudando a excreção de diversos aminoácidos, Wright et al. (1947) concluíram que especialmente a L-Met é reabsorvida com bastante eficiência pelos túbulos renais.

Oferecendo dietas formuladas com L-Met, D-Met e DL-MHA-Ca para frangos de corte de 4 a 6 semanas de idade, Esteve-Garcia & Austic (1988) verificaram que essas três substâncias são excretadas com a mesma intensidade. Portanto, não é a excreção a responsável pela existência de qualquer diferença da bioequivalência entre elas.

2.5. Bioequivalência das fontes de metionina

A bioeficácia das diferentes fontes de metionina tem causado muitas controvérsias entre os nutricionistas. De acordo com Penz Jr. (1994), existem vários

fatores que dificultam o entendimento da bioequivalência da DLM e MHA-AL, pois as atividades metabólicas não ocorrem de forma sistematicamente iguais e têm suas rotas alteradas por múltiplos fatores que interferem também de forma não sistemática.

No caso dos isômeros de metionina, Grau & Almquist (1943) mostraram que a DL-Met é equivalente a L-Met para o crescimento de frangos de corte. Porém, Gordon & Sizer (1955) demonstraram que a D-Met é menos eficiente no desenvolvimento de frangos de corte do que a L-Met.

Christensen & Anderson (1980) mostraram que a DLM e a MHA-Ca são equivalentes quando ambos os produtos supriram somente 25% da exigência total em aminoácidos sulfurados. Segundo os autores, quando os níveis de met+cis da dieta basal se aproximam do nível exigido pela ave, a utilização dos hidróxi análogos aumenta e a possibilidade de determinar a bioequivalência diminui.

Romoser et al. (1976) mostraram que a MHA-AL promove a mesma resposta em frangos de corte quando comparada a L-Met. Waldroup et al. (1981) confirmaram estes resultados quando alimentaram frangos de corte e observaram bom desempenho com a utilização na dieta de fontes de MHA-AL ou MHA-Ca frente à utilização de L e DL-Met.

A relação met+cis na dieta também pode interferir na eficiência com que a MHA-AL pode substituir a DLM. Scott et al. (1966) identificaram que a bioequivalência da MHA-AL em relação à DLM foi maior para rações deficientes em met+cis, seguida de rações deficientes em cistina e adequada em metionina, sendo a menor bioequivalência obtida em rações deficientes em metionina e adequadas em cistina.

Para avaliar a resposta de frangos de corte a dietas suplementadas com L-Met, DL-Met e MHA-AL, Elkin & Hester (1983) conduziram dois experimentos em condições similares aos sistemas comerciais. Tanto a MHA-AL quanto a DL-Met demonstraram proporcionar ganhos de peso similares; entretanto, ambos foram superiores a L-Met. No entanto, as três formas foram equivalentes na variável conversão alimentar.

Dänner & Bessei (2001) concluíram em experimentos realizados com poedeiras que a melhor substituição de DLM por MHA-AL para produção diária de massa de ovos e conversão alimentar seria de 61% e 72% respectivamente. Para perus, frangos de corte e suínos estudos mostram que 65% seria o melhor valor encontrado.

Em análise de regressão, Lemme (2002) revelou que a biodisponibilidade da MHA-AL era de 68% para ganho de peso, 67% para conversão alimentar e de 62% para rendimento de carcaça com relação à DLM pura. As respostas a MHA-AL e DLM diluída foram bastante similares nos níveis de suplementação correspondentes.

Lemme (2002b) revisou um total de 62 experimentos do tipo dose-resposta com o objetivo de determinar a biodisponibilidade da MHA-AL em comparação com a DLM; e constatou-se que a biodisponibilidade da MHA-AL comparada à DLM em base de produto foi igual a 65% em todos os parâmetros de desempenho avaliados.

Entretanto, num estudo independente que se objetivou determinar a eficácia biológica da MHA-AL em relação à DLM através da análise dos resultados de vários experimentos publicados em revistas científicas, Jansman et al. (2003) concluíram que a biodisponibilidade da MHA-AL era de 67,8% para frangos de corte e de 72,2% para suínos em relação à DLM.

Observações realizadas por Larbier (1988) e Rostagno & Barboza (1995) mostram que a incompleta absorção e a possível excreção urinária da MHA-AL contribuem para a sua baixa biodisponibilidade quando comparada à DLM.

Barboza et al. (1994) em um experimento com frangos de corte mantidos sob estresse térmico, concluíram que a biodisponibilidade média de MHA-AL seria de 67% em relação à DLM. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Thomas et al. (1991) e Weerden et al (1992).

Trabalhos experimentais com perus conduzidos por Schmidt & Potter (2001), mostraram que a biodisponibilidade da MHA-AL seria no máximo de 65% em relação à DLM.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local e duração

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa nos meses de abril a maio de 2004.

3.2. Animais

Foram utilizados 1.232 pintos de corte machos da linhagem Ross, durante o período de 01 a 47 dias de idade.

O peso médio inicial dos pintos foi de 38 g, sendo que a faixa de peso utilizada variou de 35 a 43 gramas. As aves foram pesadas e distribuídas individualmente em cada unidade experimental com o objetivo de obter um peso uniforme.

3.3. Instalações, equipamentos e manejo

O experimento foi conduzido em um galpão de alvenaria, com pé direito de 3,0 metros, contendo muretas laterais de 0,50m, cortinas, tela, cobertura com telhas de cerâmica francesa provida de lanternim, piso de cimento e subdividido em 56 boxes de 1,0 x 1,5m cada.

Para forrar o piso do aviário, utilizou-se a maravalha como cama para as aves com espessura de 10 cm. O manejo adotado para a cama consistiu de seu revolvimento freqüente para mantê-la sempre com baixo teor de umidade e baixa

concentração de amônia, e também da substituição das partes da cama molhada por cama nova e seca.

O fornecimento de ração e de água foi “*ad libitum*” durante todo o período experimental. Para seu fornecimento foram utilizados comedouros tipo bandeja e bebedouros infantis na primeira semana e a partir desta, foram utilizados comedouro tipo tubular e bebedouros de nipple com suporte.

O programa de luz adotado foi o contínuo (24 horas de luz natural + artificial) durante o período experimental.

As temperaturas de máximas e mínimas foram registradas diariamente, por meio de termômetros de máxima e mínima localizados num ponto estratégico à altura das aves.

3.4. Delineamento e tratamentos experimentais

As aves foram distribuídas em sete tratamentos, num esquema fatorial 2 x 3 (duas fontes de metionina x três níveis de suplementação) e um tratamento adicional sem suplementação de metionina (Tabela 1), sendo cada tratamento constituído por oito repetições e 22 aves por unidade experimental.

Tabela 1 – Representação dos tratamentos experimentais

Nível de suplementação	Fonte de metionina	Suplementação relativa		Suplementação de metionina (kg/ton de ração)		
		ao nível comercial	às fontes de metionina	1 a 10 dias	11 a 28 dias	29 a 47 dias
Trat. 1 - Basal	Sem Supl.	0%	-	-	-	-
Trat. 2 - Nível 1	MHA-AL	50%	100%	1,84	1,50	1,04
Trat. 3 - Nível 1	DLM	-	65%	1,20	0,98	0,68
Trat. 4 - Nível 2	MHA-AL	100%*	100%	3,68	2,99	2,06
Trat. 5 - Nível 2	DLM	-	65%	2,39	1,94	1,34
Trat. 6 - Nível 3	MHA-AL	150%	100%	5,52	4,49	3,10
Trat. 7 - Nível 3	DLM	-	65%	3,59	2,92	2,02

* Nível de suplementação utilizado nas dietas comerciais da integradora na época do experimento

Os tratamentos com as respectivas fontes de metionina foram identificados como: T₂ - Nível 1 (MHA-AL) contendo 50% de suplementação de MHA presentes nas fórmulas comerciais; T₄ - Nível 2 (MHA-AL) contendo 100% e o T₆ - Nível 3 (MHA-AL) contendo 150% da suplementação. Os três tratamentos suplementados com DLM, T₃, T₅ e T₇ continham uma quantidade equivalente a 65% da quantidade de MHA-AL utilizada para os tratamentos 2, 4 e 6, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2 - Descrição dos tratamentos e dos níveis de suplementação da MHA e da DLM

Tratamentos	Pré-Inicial		Inicial		Crescimento/Final	
	M+C ¹ total	+ Fonte de Met.	M+C ¹ total	+ Fonte de Met.	M+C ¹ total	+ Fonte de Met.
Trat 1 - Basal	0,748%	-	0,675%	-	0,641%	-
Trat 2 - Nível 1	0,910%	B+ MHA ² (0,184%)	0,807%	B+ MHA ² (0,150%)	0,733%	B+ MHA ² (0,104%)
Trat 3 - Nível 1	0,868%	B+ DLM ³ (0,120%)	0,773%	B+ DLM ³ (0,098%)	0,709%	B+ DLM ³ (0,068%)
Trat 4 - Nível 2	1,072%	B+ MHA ² (0,368%)	0,938%	B+ MHA ² (0,299%)	0,822%	B+ MHA ² (0,206%)
Trat 5 - Nível 2	0,987%	B+ DLM ³ (0,239%)	0,869%	B+ DLM ³ (0,194%)	0,775%	B+ DLM ³ (0,134%)
Trat 6 - Nível 3	1,234%	B+ MHA ² (0,552%)	1,070%	B+ MHA ² (0,449%)	0,914%	B+ MHA ² (0,310%)
Trat 7 - Nível 3	1,107%	B+ DLM ³ (0,359%)	0,967%	B+ DLM ³ (0,292%)	0,843%	B+ DLM ³ (0,202%)

¹ - M + C = metionina + cistina total

² - MHA considerada com bioequivalência de 88%.

³ - DLM adicionada na relação de 65% da MHA nos tratamentos 3 vs 2, 5 vs 4 e 7 vs 6.

O programa nutricional seguiu as recomendações de uma empresa integradora (número de dietas, volume de ração, níveis dos ingredientes e outros).

As dietas foram formuladas utilizando milho, farelo de soja e subprodutos de origem animal (fornecidos pela empresa integradora). Foram formuladas dietas basais para as fases pré-inicial, inicial e crescimento/final. A composição da dieta final foi igual à dieta de crescimento (Tabela 3), retirando-se apenas os aditivos (anticoccidiano e promotor de crescimento).

Tabela 3 – Composições percentuais e bromatológicas das dietas basais

Ingredientes	Pré-Inicial (01-10 dias)	Inicial (11-28 dias)	Crescimento (29-42 dias)
Milho (%)	48,528	55,151	68,735
Farelo de Soja (%)	29,900	22,200	14,700
Soja Integral Tostada (%)	15,525	15,825	4,850
Farinha de Carne (%)	3,675	3,875	2,300
Farinha de Penas (%)	-	-	2,000
Farinha de Vísceras (%)	-	-	4,000
Gordura de Aves	-	1,000	1,500
Sal comum	0,500	0,500	0,400
Calcário (38%)	0,900	0,612	0,675
Mistura Mineral ¹	0,050	0,050	0,050
Mistura Vitamínica ²	0,100	0,100	0,100
BioLys 65 (50,7% de lisina)	0,084	0,0598	0,220
Cloreto de Colina	0,066	0,060	0,055
Coxistac 12% (66ppm)	0,055	0,055	0,055
Natuphos (Fitase)	0,010	0,005	0,005
Surmax-100 (Avilamicina 10%)	0,0075	0,0075	0,005
Amido ³	0,600	0,500	0,350
TOTAL	100	100	100
Composição Calculada			
Energia Metabolizável, kcal/kg	3.010	3.150	3.250
Proteína Bruta ⁴ , %	24,89	22,00	19,00
Cálcio, %	1,00	0,90	0,90
Fósforo Disponível, %	0,50	0,50	0,45
Lisina Total ⁴ , %	1,45	1,24	1,02
Lisina Digestível, %	1,27	1,08	0,88
Met+Cis. Total ⁴, %	0,748	0,675	0,641

¹ - Suplemento mineral – (Roche) – Níveis de garantia por quilo do produto: Manganês 160 - g; Ferro – 100 g; Zinco -100 g; Cobre – 20,0 g; Cobalto – 2,0 g; Iodo - 2,0 g; e Veículo q.s.p. – 1.000g.

² - Suplemento vitamínico –(Roche) – níveis de garantia por quilo do produto: Vitamina A – 10.000,00 UI, Vitamina D₃ – 2.000.000 UI; Vitamina E – 30.000 UI; vitamina B₁- 2,0 g; Vitamina B₆- 4,0 g; Ácido pantotênico – 12,0 g; Biotina – 0,10 g; Vitamina K₃ – 3,0 g; Ácido fólico – 1,0 g; Ácido nicotínico – 50,0 g; Vitamina B₁₂– 15.000 mcg ; Selênio – 0,25 g; e Veículo q. s. p. – 1.000g.

³ - Usado para corrigir as adições de MHA e DLM. A MHA e DLM substituíram o amido das rações basais para originar os tratamentos com diferentes níveis de metionina.

⁴ - Valores calculados e confirmados pelas análises das dietas experimentais

3.5. Parâmetros avaliados

3.5.1. Consumo médio de ração

Foi calculado em quilogramas (kg) pela diferença entre a ração fornecida e a sobra do comedouro, registrando-se o consumo da ração por unidade experimental no final de cada período experimental.

3.5.2. Ganho de peso

O ganho de peso, expresso em gramas, foi registrado pela diferença entre o peso inicial e o final das aves em cada unidade experimental.

3.5.3. Conversão alimentar

Foi obtida dividindo-se o consumo médio da ração pelo ganho de peso médio das aves de cada unidade experimental.

3.5.4. Fator de produção

O fator de produção (FP) ou índice de eficiência produtiva (IEP) foi determinado aos 47 dias, de acordo com a seguinte fórmula:

$$FP = \frac{\text{Ganho de Peso. Viabilidade}}{\text{Idade . Conversão Alimentar}} \times 100$$

3.6. Análise estatística

As análises estatísticas foram feitas por meio de análise de variância (ANOVA), com subsequente teste de média Student Newman Keuls (SNK) utilizando o programa SAEG (1999). Foram feitas duas ANOVAS, na primeira o objetivo foi o de realizar contrastes entre as médias do tratamento basal versus as médias dos tratamentos com MHA-AL e DLM. Na segunda análise estatística foram

usados somente os tratamentos do fatorial 2×3 (2 fontes $\times$ 3 níveis de suplementação).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As condições ambientais mostraram os índices característicos da região durante o período em que se realizou o experimento, não havendo ocorrência climática anormal que pudesse provocar alterações no desempenho das aves. As médias das temperaturas estão apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 - Médias das temperaturas, mínima e máxima, registradas no interior da instalação durante o período experimental

Período	Temperatura do ar (°C)	
	Mínima	Máxima
01 a 10 dias	23,5 (19,5)*	28,5 (31,0)*
11 a 28 dias	23,5 (21,5)*	27,5 (31,0)*
29 a 47 dias	20,0 (16,5)*	26,0 (29,5)*

* Valores (máximos) e (mínimos) apresentados durante o período.

As médias obtidas para o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar das aves, referentes à dieta basal, à dieta suplementada com DLM e à dieta suplementada com MHA-AL durante os três períodos, encontram-se nas Tabelas 1A, 2A e 3A (Apêndice).

4.1. Consumo de Ração

Os dados obtidos do consumo de ração para os três períodos estão apresentados na Tabela 5.

Nenhuma diferença significativa ($P>0,01$) foi encontrada entre os níveis, fontes e interação fonte e nível nas três fases estudadas. Entretanto, diferença numérica de maior consumo de ração a favor da DLM foi observada nos níveis intermediário (Nível 2 – T₅) e superior (Nível 3 – T₇) no período total (01- 47 dias) e o oposto para o nível inferior (Nível 1 – T₃).

As aves alimentadas com dieta sem suplementação de metionina (T₁) tiveram menor consumo de ração em todas as fases, sendo, portanto, significativo ($P<0,01$) quando comparado às fontes e aos níveis de metionina.

Estes resultados corroboram com os de Brittes et al. (1994) que também não encontraram efeito de níveis de suplementação de DLM sobre o consumo de ração.

Rostagno & Barboza (1995) demonstraram que o consumo de ração não foi influenciado pelos tratamentos, entretanto, foi observado menor consumo de ração pelas aves que receberam dietas suplementadas com DLM em relação àquelas que receberam dietas suplementadas contendo MHA-AL.

Resultados semelhantes foram encontrados por Buresh & Herms (1986); Schutte & Weerden (1987) e Bastiani (1994), que não encontraram diferenças estatísticas para consumo de ração ao compararem duas fontes de metionina (DLM e MHA-AL).

Meirelles et al. (2003) não observaram diferença significativa no consumo de ração quando comparou o desempenho e o rendimento de carcaça de frangos de corte alimentados com ração contendo diferentes níveis de DLM e MHA-AL.

Entretanto, Schutte & Pack (1995) observaram redução da ingestão alimentar em função do aumento dos níveis de metionina e conseqüentemente dos aminoácidos sulfurosos na dieta de frangos de corte.

Wheeler & Latshaw (1981) relatam que o aumento do nível de met+cis na ração favorece a diminuição do consumo de ração e o aumento do peso corporal.

Tabela 5 - Valores médios do consumo de ração nos três diferentes períodos experimentais

Consumo de Ração (Kg)								
01 - 10 dias			01 - 28 dias			01 - 47 dias		
Fonte	MHA	DLM	Média	MHA	DLM	Média	MHA	DLM Média
Basal (B)	0.211 *			1.540 *			4.294 *	
B + Nível 1	0.297	0.269	0.283	2.058	1.949	2.004	5.438	5.246 5.342
B + Nível 2	0.298	0.296	0.297	2.024	2.018	2.021	5.335	5.381 5.358
B + Nível 3	0.296	0.296	0.296	2.028	1.987	2.008	5.367	5.426 5.397
Média Fonte	0.297	0.287		2.037	1.985		5.380	5.351
CV (%)	9.84			5.16			3.86	

1 - Efeito não significativo ($P > 0.01$).

* Contraste de dieta basal vs média MHA e média DLM significativo ($P < 0.01$).

4.2. Ganho de Peso

As médias do ganho de peso nos três períodos estudados encontram-se na Tabela 6.

Os resultados deste trabalho confirmaram que a metionina é o primeiro aminoácido limitante para frangos de corte, pois as aves alimentadas com a dieta sem a suplementação deste aminoácido apresentaram o pior ganho de peso. Portanto, houve melhoras significativas ($P < 0,01$) no ganho de peso com as dietas suplementadas com DLM e MHA-AL em relação à dieta basal em todas as fases estudadas.

Dentro de cada nível de suplementação, não houve diferenças significativas ($P > 0,01$) entre os tratamentos contendo 100 partes de MHA-AL (T_2 , T_4 e T_6) e 65 partes de DLM (T_3 , T_5 e T_7), exceto para o período de 01 a 10 dias de idade, onde houve diferença significativa entre a DLM e MHA-AL para o ganho de peso no menor nível de suplementação (T_2 vs T_3). Portanto, houve no nível mais baixo de suplementação (Nível 1 - 50% de suplementação de MHA-AL), diferença numérica do ganho de peso a favor da MHA-AL em todas as fases estudadas.

Mesmo não havendo diferenças significativas ($P > 0,01$), houve melhoras no ganho de peso entre o nível intermediário (Nível 2 - T_4 e T_5) e o superior (Nível 3 - T_6 e T_7). As aves alimentadas com dietas de menor suplementação (Nível 1 - T_2 e T_3) apresentaram desempenho estatisticamente ($P < 0,01$) inferior aos dos animais que receberam dietas com os níveis intermediários e superiores de suplementação (T_4 a T_7).

O aumento crescente do ganho de peso, conforme o aumento dos níveis de metionina na dieta, também foi observado por Schutte & Weerden (1981); Schutte et al. (1983) e Jensen et al. (1989).

Meirelles et al. (2003) não encontraram diferença significativa entre a fonte ou nível e interação entre eles, entretanto, foi observado em todas as fases, aumento do ganho de peso com o aumento do nível de metionina.

Tabela 6 – Valores médios do ganho de peso nos três períodos experimentais

Ganho de Peso (kg)									
01 - 10 dias			01 - 28 dias			01 - 47 dias			
Fonte	MHA	DLM	Média	MHA	DLM	Média	MHA	DLM	Média
Basal(B)	0.131 *			0.846 *			2.054 *		
B + Nivel1	0.211 a	0.195b	0.203 B	1.249	1.206	1.228 B	2.716	2.676	2.696 B
B + Nivel2	0.226 a	0.222 a	0.223 A	1.328	1.315	1.322 A	2.823	2.842	2.833 A
B + Nivel3	0.224 a	0.221 a	0.223 A	1.332	1.334	1.333 A	2.852	2.895	2.874 A
Média	0.220	0.215		1.303	1.285		2.797	2.804	
CV (%)	3.74			3.24			3.80		

* Contraste de dieta basal vs média MHA e média DLM significativo ($P < 0.01$).

a, b - Médias nas linhas seguidas por diferentes letras diferem estatisticamente ($P < 0.01$).

A, B - Médias nas colunas seguidas por diferentes letras diferem estatisticamente ($P < 0.01$).

Romoser et al. (1976) publicaram trabalho mostrando que a MHA-AL promove a mesma resposta para o ganho de peso em frangos de corte que a L-Met. Waldroup et al. (1981) confirmaram estes resultados ao não encontrarem diferença estatística no ganho de peso de frangos de corte suplementados com diferentes níveis e fontes de metionina (DLM e MHA-AL).

Rostagno & Barboza (1995) comparando a utilização de diferentes fontes de metionina para frangos de corte (DLM e MHA-AL) relataram que, quando os níveis de metionina aumentaram, houve melhora do ganho de peso em 13% quando comparado ao grupo da dieta basal independentemente da fonte utilizada.

Twinning & Hochstetler (1982) observaram respostas crescentes de ganho de peso em frangos de corte, conforme o aumento dos níveis de adição de metionina na dieta ao comparar a eficiência da DLM à da MHA-Ca.

Os resultados encontrados concordam com os observados por Garlich (1985), Buresh & Herms (1986) e Bastiani (1994), que utilizando duas fontes de metionina (DLM e MHA-AL) em dietas de frangos de corte, não encontraram diferenças significativas para ganho de peso.

Entretanto, Schutte & Weerden (1987), Thomas et al. (1991) e Weerden et al. (1992), encontraram resultados significativamente inferiores para a MHA-AL em relação à DLM.

4.3. Conversão Alimentar

Os dados de conversão alimentar dos três períodos experimentais estão apresentados na Tabela 7.

Observou-se que a adição da MHA-AL e da DLM melhorou significativamente ($P < 0,01$) a conversão alimentar em relação à dieta basal em todas as fases estudadas.

Tabela 7 - Valores médios da conversão alimentar nos três diferentes períodos experimentais

Conversão Alimentar									
	01 - 10 dias			01 - 28 dias			01 - 47 dias		
Fonte	MHA	DLM	Média	MHA	DLM	Média	MHA	DLM	Média
Basal(B)	1.609 *			1.822 *			2.093 *		
B + Nível1	1.413	1.379	1.396 B	1.648	1.616	1.632 B	2.002	1.962	1.982 B
B + Nível2	1.317	1.293	1.305 A	1.524	1.534	1.529 A	1.890	1.894	1.892 A
B + Nível3	1.322	1.335	1.329 A	1.524	1.496	1.505 A	1.882	1.876	1.879 A
Média Fonte	1.351	1.336		1.565	1.545		1.925	1.911	
CV (%)	4.81			4.12			2.79		

* Contraste da dieta basal vs média MHA e média DLM significativo ($P < 0.01$).

A, B - Médias nas colunas seguidas por diferentes letras diferem estatisticamente ($P < 0.01$).

Dentro de cada nível de suplementação não houve diferenças estatísticas ($P>0,01$) entre os tratamentos, evidenciando que as duas fontes de metionina estudadas são igualmente eficientes para o crescimento do animal.

Os resultados do presente trabalho, no entanto, são contrários aos de Schutte & Weerden (1987) e Thomas et al. (1991) que verificaram menor eficácia da MHA-AL em relação à DLM ao realizarem estudos para comparar as duas fontes de metionina.

Weerden et al. (1982) num experimento com dieta contendo aminoácido cristalino, relataram que a MHA-AL apresentou piores valores de conversão alimentar para a fase inicial comparativamente a DLM.

Os resultados do presente estudo concordam com os de Romoser et al. (1982); Shang et al. (1984) e Visentini et al. (2005), que não encontraram diferenças significativas para a variável conversão alimentar quando compararam dietas suplementadas com MHA-AL e DLM.

Resultados similares foram encontrados por Buresh & Harms (1986), que trabalharam com duas fontes de metionina e não encontraram diferença significativa entre elas.

Houve resposta para a conversão alimentar aos níveis de suplementação das fontes de metionina, sendo o efeito benéfico mais evidente no Nível 2 (100% de suplementação de MHA-AL) e no Nível 3 (150% de suplementação de MHA-AL). No entanto, o desempenho das aves nos níveis 2 e 3 não diferiram estatisticamente entre si ($P>0,01$).

Entretanto, houve no nível mais baixo de suplementação (Nível 1) diferença numérica da conversão alimentar a favor da DLM em todas as fases estudadas.

Jensen et al. (1989) observaram melhora na conversão alimentar de frangos de corte quando houve aumento da porcentagem de aminoácidos sulfurosos na dieta.

Rostagno & Barboza (1995) observaram que a adição de MHA-AL e DLM melhoraram significativamente a conversão alimentar em relação à dieta basal, mas entre elas não houve diferença significativa, concordando com o presente trabalho. Resultado semelhante foi apresentado por Schutte & Pack (1995).

Meirelles et al (2003) encontraram melhor conversão alimentar em aves alimentadas com dietas suplementadas com DLM. A conversão alimentar também foi melhorada com o aumento dos níveis de suplementação de metionina nas dietas.

4.4. Fator de Produção

Os resultados para o fator de produção estão apresentados na Tabela 8.

Dentro de cada nível de suplementação para o fator de produção, não houve diferenças estatísticas ($P > 0,01$) entre os tratamentos.

Porém, houve resposta do fator de produção aos níveis de suplementação das fontes de metionina, sendo o efeito benéfico mais evidente no Nível 2 (T_4 e T_5) e no Nível 3 (T_6 e T_7), os quais não diferiram estatisticamente ($P > 0,01$) entre si. Houve no nível mais alto de suplementação (Nível 3) diferença numérica a favor da DLM

Tabela 8 - Valores médios do fator de produção de 01- 47 dias de idade

Fator de Produção			
Fonte	MHA	DLM	Média
Basal (B)	190.76 *		
B + Nível 1	262.97	264.60	263.79 B
B + Nível 2	289.50	290.80	290.15 A
B + Nível 3	290.90	299.18	295.04 A
Média Fonte	281.12	284.86	
CV (%)	5.36		

* Contraste da dieta basal vs média MHA e média DLM significativo ($P < 0,01$).

A, B - Médias nas colunas seguidas por diferentes letras diferem estatisticamente ($P < 0,01$).

5. CONCLUSÃO

Com base nos parâmetros de desempenho avaliados, conclui-se que as duas fontes de metionina, DLM e MHA-AL, são equivalentes nos níveis suplementados quando utilizadas na alimentação de frangos de corte.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAKER, D.H. Utilization of precursors of L-amino-acids. In: Amino acids in farm animal nutrition. D` Mello J. P. F. ed. **CAB International ISBN**, Wallingford UK. p. 37-61, 1994.
- BALNAVE, D.; OLIVA, A.G. Responses of finishing broilers at high temperatures to dietary methionine source and supplementation levels. **Australian Journal Agriculture Research**, v. 41; p. 557-564, 1990.
- BALNAVE, D.; OLIVA, A.G. The influence of sodium bicarbonate and sulfur amino acids on the performance of broilers at moderate and high temperatures. **Australian Journal Agriculture Research**, v. 42; p. 1385-1397, 1991.
- BARBI, J.H.T.; DIBNER, J.; PEAK, S. Mais que uma fonte de metionina. **Revista Aveworld**, Ago/Set, 2004.
- BARBOZA, W.; ROSTAGNO, H.S.; SOARES, P.R. Balanço e biodisponibilidade de metionina hidroxí análoga – ácido livre, comparada com a DL-metionina em aves submetidas a estresse calórico. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1994, Santos. **Anais...**Campinas, FACTA, 1994.

- BASTIANI, M.F. **Avaliação de duas fontes de metionina e dois níveis de adição, no desempenho de frangos de corte (1-49 dias)**. 1994. 52f. Dissertação (Mestrado Zootecnia) - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria.
- BLOCK, R.J.; JACKSON, R.W. The metabolism of cystine and methionine. **Journal of Biological Chemistry**, v. 97, cvi-cvii. (abstr.), 1932.
- BOEBEL, K.P.; BAKER, D.H. Efficacy of the calcium salt and free acid forms of methionine hydroxy analogue for chicks. **Poultry Science**, v. 61; p. 1167-1175, 1982.
- BRACHET, P.; ALVARADO, F.; PUIGSERVER, A. Kinetic evidence of systems in transport of D and L-Methionine by rat small intestine. **American Journal Physiology**, v. 252; p. 320-324, 1987.
- BRACHET, P.; PUIGSERVER, A. Na⁺ independent and monstereospecific of 2-hydroxy 4-methylthiobutanoic acid by brush border membrane vesicles from chick's small intestine. **Comparative Biochemistry Physiology** 94B; p. 157-163, 1989.
- BRACHET, P.; PUIGSERVER, A. Transport of methionine hydroxy analogue across the brush border membrane of rate jejunum. **Journal Nutrition**, v. 117; p. 1241-1246, 1987.
- BRITTES, L.B.P et al. Efeitos dos níveis de metionina em rações para frango de corte. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1994, Santos. **Anais...Campinas: FACTA**, p. 159, 1994.
- BRUGALLI, I. Eficácia relativa das fontes de metionina – Por que a indústria está repensando esta questão? **Revista Aveworld**, Ago/Set, 2003.

- BURESH, R.E; HARMS, R.H. Comparison of DL-Methionine and Alimet® whit broilers when full fedor restricted. **Nutrition Reports International**, v. 33, n.3, p. 449-457, 1986.
- CHRISTENSEN, A.C.; ANDERSON, J.O. Factors affecting efficacy of methionine hydroxy analogue for chicks fed practical diets. **Poultry Science**, v. 59; 2485-2491, 1980.
- DANNER, E.; BESSEI, W. Biological effectiveness of liquid MHA-FA as compared to DL-methionine in laying hens. **Feedback facts & figures**, v. 17, 2001.
- DIBNER, J.J. Review of the metabolism of 2-hydroxy-4-(methylthio) butanoic acid. **Word's Poultry Science Journal**, v. 59; p. 99-110, 2003.
- DIBNER, J.J.; ATWELL, C.A.; IVEY, F.J. Effect of heat stress on 2-hydroxy-4-(methylthio) butanoic acid and DL-methionine absorption measured *in vitro*. **Poultry Science**, v. 71; p. 1900-1910, 1992.
- DIBNER, J.J. Utilization of supplemental methionine sources by primary cell cultures of chicks hepatocytes. **Journal Nutrition**, v. 113; p. 2116-2123, 1983.
- DIBNER, J.J. et al. Absorption of ¹⁴C-2-hydroxy-4-(methylthio)butanoic acid (Alimet) from the hindgut of the broiler chick. **Poultry Science**, v. 67, p. 1314-1321, 1988.
- ELKIN, R.G.; HESTER, P.Y. A comparison of methionine sources for broilers chickens fed corn-soybean meal diets under simulated commercial grow-out conditions. **Poultry Science**, v. 62; p. 2030-2043, 1983.
- ESTEVE-GARCIA, E. Comparative efficacy of DL-methionine and DL-MHA free acid in fattening pigs. **Study report on study P-142** (Degussa) Also Anaporc 1999 Issue v. 185; p. 3-7, 1998.

- ESTEVE-GARCIA, E.; AUSTIC, R.E. Digestibility of methionine hydroxy analogue (MHA) in broiler chicks. **Poultry Science**, v. 67 (suppl.1); p.14. (Abstr.), 1988.
- ESTEVE-GARCIA, E.; AUSTIC, R.E. Intestinal absorption and renal excretion of dietary methionine sources by the growing chicken. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 4; p. 576-587, 1993.
- ESTEVE-GARCIA, E.; AUSTIC, R.E. Intestinal absorption of methionine (Met) and methionine hydroxy analogue (MHA) in broiler chicks. **Poultry Science**, v. 65 (suppl.1), p. 40. (Abstr.), 1987.
- 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.
- GORDON, R.S.; SIZER, I.W. The biological equivalence of methionine hydroxy analogue. **Poultry Science**, v. 34; p. 1198, 1955.
- GRABER, G.; SCOTT, H.M.; BAKER, D.H. Sulfur amino acid nutrition of the growing chick: effect of age on the dietary methionine requirement. **Poultry Science**, v. 50; p. 854-858, 1971a.
- GRAU, C.R.; ALMQUIST, H.J. **Journal Nutrition**; v. 26; p. 631, 1943.
- HAN, Y.; CASTANON, F.; PARSONS, C.M.; BAKER, D.H. Absorption and bioavailability of DL-methionine hydroxy analogue compared to DL-methionine. **Poultry Science**, v. 69; p. 281-287, 1990.
- HASSEBERG, H.A. No hay una monomerización importante en metionina hidroxí análoga. **Amino News** TM, v. 3., n°1, Março-2002.
- JANSMAN, A.J.M.; C.A. KAN; J. WIEBENGA. Comparison of the biological efficacy of DL-methionine and HMB (hydroxy-4-methylthiobutanoic acid) in pigs and poultry. **CVB – documentation report**, n. 29, Netherlands, 2003.

- JENSEN, L.S.; WYATT, C.L.; FRANCHER, B.I. Sulfur amino acid requirement of broiler chicks from 3 to 6 weeks of age. **Poultry Science**, v. 68; p. 163-168, 1989.
- KNIGHT, C.D., DIBNER, J.J. Comparative absorption of 2-hydroxy-4-(methylthio) butanoic acid and L-methionine in broiler chick. **Journal Nutrition**, v. 114; p. 2179-2186, 1984.
- LARBIER, M. A comparative study on the digestibility of methionine hydroxy analogue (MHA) and of DL-methionine on adult cocks. In YAMADA Y. (Ed.) **Proceedings XVIII World's Poultry Congress**, Nagoya, Japan, p. 823-825, 1988.
- LAWSON, C.Q.; IVEY, F.J. An update on recent research on the bioutilization of different sources of synthetic methionine activity. **Monsanto Technical Symposium: Guelph Nutrition Conference Proceedings**: p. 57-82, 1984
- LAWSON, C.Q; IVEY, F.J. Hydrolysis of 2-hydroxy-4 (methylthio) butanoic acid dimer in two model systems. **Poultry Science**, v. 65; p. 1749-1753, 1986.
- LEMME, A. et al. Relative effectiveness of methionine hydroxy analog compared to DL-methionine in broiler chickens. **Poultry Science**, v. 81; p. 838-845, 2002.
- LEMME, A. A pesquisa da literatura confirma: A efetividade biológica da MHA-FA é de 65%. **Feedback - Feed Additives**, v. 23; p. 1-7, 2002b.
- LEWIS, A.J.; BAKER, D.H. Bioavailability of D-amino acids and DL-hydroxy-methionine. In: Bioavailability of nutrients for farm animals, Amino acids, Minerals and Vitamins. **Academic Press**. ISBN012-056250-2, San Diego - USA, 1995.
- MAENZ, D.D.; ENGELE-SHANN, C.M. Methionine and 2-hydroxy-4-methylthiobutanoic acid are partially converted to nonabsorbed compounds

during passage through the small intestine and heat exposure does not effect small intestinal absorption of methionine sources in broilers chicks. **Journal Nutrition**, v. 126; p. 1438-1444, 1996.

MEIRELLES, H.T.; ALBUQUERQUE, R; BORGATTI, L.M.O et al. Performance of broilers fed with different levels of methionine hydroxy analogue and DL-methionine. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Jan./Apr. 2003, v. 5; p. 69-74.

MITCHELL, M.A.; HUNTER, R.R. A comparison of the absorption of DL-2 - hidroxy-4-methylthiobutanoic acid from the small intestine of the broiler chick *in vivo*: Effects of chronic heat stress. **Research Report**. Roslin Institute, Edinburgh, U. K. 1996.

PENZ Jr., A.M. Metionina e hidróxi análogos (MHA) em nutrição de aves. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1994, Campinas, **Anais...** Campinas: FACTA, 1994, p. 85-94.

POTTER, L.M. Relative effectiveness of methionine sources in turkeys. **Feedback Facts & Figures**, v. 16, 2001.

RODRIGUES, P.B.; BETERCHINI, A.G.; OLIVEIRA, B.L. et al. Fatores nutricionais que influenciam a qualidade do ovo no segundo ciclo de produção. Níveis de aminoácidos sulfurosos totais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 25; p. 248-260, 1996.

ROMOSER, G.L.; WRIGHT, P.L.; GRAINGER, R.B. An evaluation of the L-methionine activity of the hydroxy analogue of methionine. **Poultry Science**, v. 55; p. 1099-1103, 1976.

ROMOSER, G.L.; DAY, E.J.; DILWORTH, B.C. Bioavailability of a liquid source of synthetic methionine activity. **Poultry science**, v. 61; p. 1393, 1982.

- ROSTAGNO, H.S.; BARBOZA, W.A. Biological efficacy and absorption of DL-methionine hydroxy analogue free acid compared to DL-methionine in chickens as affected by heat stress. **British Poultry Science**, v. 36; p. 303-312, 1995.
- SAUNDERSON, L. Metabolism of methionine and its nutritional analogue. **Poultry International**, v. 30, p. 1334-1338, 1991.
- SCHMIDT, J. Effectiveness of liquid MHA-FA compared to DL-methionine in turkeys at 0 - 6 weeks of age. **Feedback Facts & Figures**, v. 14, 2001.
- SCHUTTE, J.B.; PACK, M. Effects of dietary sulphur containing amino acids on performance and breast meat deposition of broilers chicks during growing and finishing phases. **British Poultry Science**, v. 36; p. 747-762, 1995b.
- SCHUTTE, J.B., Van WEERDEN, E.J. Effectiveness of DL-methionine hydroxy analogue in comparison with DL-methionine in broilers. **Feedstuffs**, v. 53 (26), p. 16, 1981.
- SCHUTTE, J.B.; WEERDEN, E.J.; BERTRAN, H.L. Sulphur amino acid requirement of laying hens and the effects of excess dietary methionine on laying performance. **British Poultry Science**, v. 24; p. 319-326, 1983.
- SCHUTTE, J.B., PACK, M. Sulfur amino acid requirement of broiler chick from fourteen to thirty eight days of age. Performance and carcass yield. **Poultry Science**, v. 74; p. 480-487, 1995.
- SCHUTTE, J.B.; WEERDEN E.J. Effectiveness of methionine hydroxy analogue as affected by the dietary level of L-methionine in chicks. **Nutrition Reports International**, v. 36, n^o.2, p. 253-259, 1987.

- SCOTT, H.M.; KELLY, M.; HUSTON, R.L. L-methionine versus methionine hydroxy analogue in basal diets containing either isolated soybean protein or crystalline amino acids. **Poultry science**, v. 45; p. 1123, 1966.
- SHANG, M.J.; AZCONA, J.O.; BONINO, M.F. Relative biological performance of two methionine sources. **Poultry science**, v. 63; p. 178, 1984.
- SWICK, R.A., CRESWELL, D.C., DIBNER, J.J., IVEY, F.J. Impact of methionine sources on performance of broilers growing under warm and humid conditions. **Poultry Science**, v. 69 (suppl), p. 194, 1990. (Abstr.).
- SWICK, R.A.; IVEY, F.J.; DIBNER, J.J. Effect of methionine source and elevated temperature on nitrogen balance in broilers. **Poultry Science**. v. 69 (suppl 1), p. 185. (Abstr.), 1991.
- THOMAS, O.P. et al. A evaluation of methionine hydroxy analogue free acid using a nonlinear (exponential) bioassay. **Poultry Science**, v. 70; p. 605-610, 1991.
- TWINNING, P.F.; HOCHSTETLER, H.W. Performance of broilers fed levels of supplementation with either DL-methionine or methionine hydroxy analogue. **Feedstuffs**, v. 54 (13); p. 21, 1982.
- VAZQUEZ-ANON, et al. Metabolism of D and L methionine in young chickens. **XXI World's Poultry Congress**, Montreal, Canada, 2000.
- VISENTINI *et al.* Levels of substitution of DL-methionine by methionine hydroxy analogue in basis equimolar in broilers diets. **Revista Ciência Rural**, v. 35(6); p. 1400-1405, 2005.
- WALDROUP, P.W. 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.

- WEERDEN, E.J. van, SCHUTTE, J.B., BERTRAN, H.L. Utilization of the polymers of methionine analogue free acid (MHA-FA) in broilers chicks. **Arch Geflügelkd**, v. 56; p. 63-68, 1992.
- WEERDEN, E.J. van et al. Comparison of DL-methionine, DL-methionine-Na, DL-methionine hydroxy analogue-Ca and DL-methionine hydroxy analogue free acid in broilers by using a crystalline amino acids diet. **Poultry Science**, v. 61; p. 1125-1130, 1982.
- WEERDEN, E.J. van; SCHUTTE, J.B. Comparison of DL-methionine, DL-methionine-Na, DL-methionine hydroxy analogue-Ca, and DL-methionine hydroxy analogue free acid with layers. **Poultry Science**, v. 63; p. 1793-1799, 1984.
- WHEELER, K.B; LATSHAW, J.D. Sulfur amino acid requirements and interactions in broilers during two growth periods. **Poultry Science** v. 60; p. 228-36, 1981.
- WRIGHT, L.D. et al. The renal clearance of essential amino acids: arginine, histidine, lysine and methionine. **American Journal Physiology**, v. 149; p. 130-134, 1947.

APÊNDICE

Tabela 1A – Efeitos de fontes e níveis de metionina no desempenho de frangos de corte de 01-10 dias de idade

Fonte	Consumo Ração (kg)			Ganho de Peso (kg)			Conversão Alimentar		
	MHA	DLM	Média	MHA	DLM	Média	MHA	DLM	Média
Basal (B)	0.211 *			0.131 *			1.609 *		
B + Nível 1	0.297	0.269	0.283	0.211a	0.195b	0.203 B	1.413	1.379	1.396 B
B + Nível 2	0.298	0.296	0.297	0.228a	0.229 a	0.228 A	1.317	1.293	1.305 A
B + Nível 3	0.296	0.296	0.296	0.224a	0.221 a	0.223 A	1.322	1.335	1.329 A
Média	0.297	0.287		0.220	0.215		1.351	1.336	
CV (%)	9.84			3.74			4.81		

* Contraste da dieta basal vs média MHA e média DLM significativo ($P < 0.01$).

a, b – Médias nas linhas seguiu por diferentes letras diferem estatisticamente ($P < 0.01$).

A, B - Médias nos colunas seguiu por diferentes letras diferem estatisticamente ($P < 0.01$).

Tabela 24 – Efeitos de fontes e níveis de micronutrientes no desempenho de frangos de corte de 01-28 dias de idade

Fonte	Consumo Ração (kg)				Ganho de Peso (kg)				Conversão Alimentar	
	MHA	DLM	Média		MHA	DLM	Média		MHA	DLM Média
Basal (B)	1.540 *				0.846 *				1.822 *	
B + Nível 1	2.038	1.949	2.004		1.249	1.206	1.228 B		1.648	1.616 1.632 B
B + Nível 2	2.024	2.018	2.021		1.328	1.315	1.322 A		1.524	1.534 1.529 A
B + Nível 3	2.028	1.987	2.008		1.332	1.334	1.333 A		1.524	1.486 1.505 A
Média	2.037	1.985			1.303	1.285			1.565	1.545
CV (%)	5.16				3.24				4.12	

* Contraste da dieta basal vs média MHA e média DLM significativo ($P < 0.01$).

A, B - Médias nas colunas seguidas por diferentes letras diferem estatisticamente ($P < 0.01$).

Tabela 3A – Efeitos de fontes e níveis de meticorina no desempenho de frangos de corte de 01-47 dias de idade

Fonte	Consumo Ração (kg)			Ganho de Peso (kg)			Conversão Alimentar		
	MHA	DLM	Média	MHA	DLM	Média	MHA	DLM	Média
Basal (B)	4.294 *			2.054 *			2.093 *		
B + Nível 1	5.438	5.246	5.342	2.716	2.676	2.696 B	2.002	1.962	1.982 B
B + Nível 2	5.335	5.381	5.358	2.823	2.842	2.833 A	1.890	1.894	1.892 A
B + Nível 3	5.367	5.426	5.397	2.852	2.895	2.874 A	1.882	1.876	1.879 A
Média	5.380	5.351		2.797	2.804		1.925	1.911	
CV (%)	3.86			3.80			2.79		

* Contraste da dieta basal vs média MHA e média DLM significativo ($P < 0.01$).

A, B - Médias nas colunas seguidas por diferentes letras diferem estatisticamente ($P < 0.01$).

Tabela 4A - Resumo da análise de variância para consumo ração no período de 01 a 10 dias de idade

	FF	GL	SQ	QM	F _c	Pr > F _c
Fonte		1	0.003333	0.003333	1.556	0.2192
Nível		2	0.001667	0.000833	0.389	0.6802
Fonte x Nível		2	0.011667	0.005833	2.722	0.0773
Erro		42	0.090000	0.002143		
Total Corrigido		47	0.106667			
CV (%)		9.84				
Média Geral		0.233333				

Tabela 5A – Resumo da análise de variância para consumo ração no período de 01 - 28 dias idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr > Fc
Fonte	1	0.030000	0.030000	2.913	0.0952
Nível	2	0.005417	0.002708	0.263	0.7700
Fonte x Nível	2	0.038750	0.019375	1.882	0.1650
Erro	42	0.432300	0.010298		
Total Corrigido	47	0.506667			
CV (%)	5.16				
Média Geral	1.9666667				

Tabela 6A – Resumo da análise de variância para consumo ração no período de 01 a 47 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr > Fc
Fonte	1	0.009919	0.009919	0.231	0.6330
Nível	2	0.024617	0.012308	0.287	0.7519
Fonte x Nível	2	0.158750	0.079375	1.852	0.1696
Erro	42	1.800362	0.042866		
Total Corrigido	47	1.993648			
CV(%)	3.86				
Média Geral	5.3610417				

Tabela 7A – Resumo da análise de variância para ganho de peso de 01-10 dias de idade

	FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr > Fc
Fonte		1	0.000282	0.000282	3977	0.0527
Nível		2	0.003217	0.002608	41.146	0.0000 *
Fonte x Nível		2	0.000617	0.000308	4864	0.0128 *
Erro		42	0.002663	0.000063		
Total Corrigido		47	0.006748			
CV (%)		3.74				
Média Geral		0.2127083				

* Significativo a 1% de probabilidade.

Tabela 8A – Resumo da análise de variância para ganho de peso de 01- 28 dias de idade

	FW	GL	SQ	QM	Fc	Pr> Fc
Fonte		1	0.003502	0.003502	2.006	0.1641
Nível		2	0.106064	0.053032	30.368	0.000 *
Fonte x Nível		2	0.004404	0.002202	1.261	0.2938
Erro		42	0.073338	0.001746		
Total Corrigido		47	0.187298			
CV (%)		3.24				
Média Geral		1.2897917				

*Significativo a 1% de probabilidade.

Tabela 9A – Resumo da análise de variância para ganho de peso de 01- 47 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr > Fc
Fonte	1	0.000919	0.000919	0.082	0.7766
Nível	2	0.271138	0.135569	12.039	0.0001*
Fonte x Nível	2	0.014787	0.007394	0.657	0.5238
Erro	42	0.472938	0.011260		
Total Corrigido	47	0.759781			
CV (%)	380				
Média Geral	2.7956290				

* Significativo a 1% de probabilidade.

Tabela 10A – Resumo da análise de variância para conversão alimentar de 01 - 10 dias idade

	FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr > Fc
Fonte		1	0.002745	0.002745	0.639	0.4214
Nível		2	0.071741	0.035870	8.615	0.0007*
Fonte x Nível		2	0.003036	0.002530	0.605	0.5509
Erro		42	0.174683	0.004164		
Total Corrigido		47	0.254404			
CV (%)		4.81				
Média Geral		1.3425625				

* Significativo a 1% de probabilidade.

Tabela 11A - Resulto da análise de variância para conversão alimentar de 01 - 28 dias idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	F _t > F _c
Fonte	1	0.004622	0.004622	11.24	0.2951
Nível	2	0.144596	0.072298	17.588	0.0000 *
Fonte x Nível	2	0.005333	0.002766	0.673	0.5156
Erro	42	0.172651	0.004111		
Total Corrigido	47	0.327401			
CV (%)	4.12				
Média Geral	1.5549792				

* Significativo a 1% de probabilidade.

Tabela 12A - Resultado da análise de variância para conversão alimentar de 01 - 47 dias idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr > Fc
Fonte	1	0.002269	0.002269	0.798	0.3769
Nível	2	0.001112	0.000556	17.774	0.0000 *
Fonte x Nível	2	0.004287	0.002144	0.754	0.4769
Erro	42	0.119482	0.002844		
Total Corrigido	47	0.227131			
CV (%)	2.79				
Média Geral	1.9118730				

* Significativo a 1% de probabilidade.

Tabela 13A - Resumo da análise de variância para o fator de produção de 01 - 47 dias idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Fc > Fc
Fonte	1	1575.520833	1575.520833	2800	0.1017
Nível	2	9970.541667	4985.270833	8839	0.0006 *
Fonte x Nível	2	1477.041667	738.520833	1312	0.2800
Erro	42	23835.375000	562.747024		
Total Corrigido	47	36658.479167			
CV (%)	8.39				
Média Geral	282.7708333				

* Significativo a 1% de probabilidade.