Universidade Federal de Minas Gerais
Escola de Veterinária
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia

Efeitos de planos e fontes de metionina sobre o desempenho, o rendimento e a composição de carcaça de frangos de corte

Rubens Soares Leite

Minas Gerais
Belo Horizonte
2007

Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

Rubens Soares Leite

Efeitos de planos e fontes de metionina sobre o desempenho, o rendimento e a composição de carcaça de frangos de corte

Dissertação apresentada a Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para a obtenção do Grau de Mestre em Zootecnia.
Área de concentração: Nutrição Animal
Orientador: Prof. Dr. Nelson Carneiro Baião

Belo Horizonte
Escola de Veterinária da UFMG
2007

L533e Leite, Rubens Soares, 1982-

Efeitos de planos e fontes de metionina sobre o desempenho, o rendimento e a composição de carcaça de frangos de corte / Rubens Soares Leite. - 2007

45 p.: il.

Orientador: Nelson Carneiro Baião

Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária

Inclui bibliografia

1. Franco de corte – Alimentação e rações – Teses. 2. Frango de corte – Carcaças – Teses. 3. Aminoácidos na nutrição animal – Teses. 4. Metionina – Teses. 5. Exigências nutricionais – Teses. I. Baião, Nelson Carneiro. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária. III. Título.

CDD. 636.513 085

Dissertação defendida e aprovada em 17/08/2007, pela Comissão Examinadora constituída por:

Prof. Dr. Nelson Carneiro Baião
(Orientador)

Prof. Dra. Silvana de Vasconcelos Cançado

Prof. Dr. Antônio Gilberto Bertechini

A Deus, pela sua infinita bondade e misericórdia.

Aos meus pais, Antônio Alves Soares e Ana Maria Leite Soares, que me ensinaram a lutar pelos meus ideais.

OFEREÇO

A todos aqueles que se dedicam à ciência por amor e geram conhecimentos para o bem da vida.

Aos meus familiares, em especial aos meus avós, irmão, irmã e a minha namorada Maira, que foram meu apoio e me encorajaram nos momentos difíceis.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao orientador Professor Nelson Carneiro Baião, pela valiosa orientação, ensinamentos, amizade e incentivo que possibilitaram a realização deste trabalho.

A meus pais, avós, irmãos e demais familiares, por todo amor, carinho e ensinamentos.

A minha namorada Maira Souza de Oliveira, pela sua companhia, paciência e amor.

Ao amigo Leonardo Lara, pelos conselhos e colaboração durante todo o trabalho realizado.

A todos os amigos da jornada diária da Escola de Veterinária da UFMG, Júlia, Daniela, Pedro, Hélio, Bruna, Felipe e a turma da graduação.

Aos professores Antônio Gilberto Bertechini e Silvana de Vasconcelos Cançado, pela colaboração e participação na banca examinadora.

Aos professores do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da UFMG, pelos ensinamentos.

A Universidade Federal de Minas Gerais, pela oportunidade.

Aos funcionários da Fazenda Experimental "Prof. Hélio Barbosa" e do Laboratório de Nutrição Animal, pelo auxílio.

Ao colegiado de pós-graduação da Escola de Veterinária da UFMG.

À Pif-Paf Alimentos, ao João Luis (Avicap), ao Incubatório da Rivelli Nogueira e aos funcionários do Laboratório do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Lanagro.

Ao CNPq, pelo período de concessão da bolsa de estudos.

Enfim, agradeço a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO..... 11

ABSTRACT..... 12

1 – INTRODUÇÃO..... 13

2 – REVISÃO DE LITERATURA 14

2.1 Níveis de aminoácidos sulfurados totais (AAST) para frangos de corte..... 14
2.1.1 Exigências de AAST na fase inicial, em relação ao desempenho..... 14
2.1.2 Exigências de AAST nas fases de crescimento e acabamento, em Relação ao desempenho, rendimento e composição de carcaça..... 15
2.2 Efeito das diferentes fontes de metionina no desempenho..... 18
2.3 Efeitos das diferentes fontes de metionina sobre o rendimento e composição da carcaça..... 19
2.4 Diferenças na utilização das fontes de metionina pelos frangos de corte, em condições tropicais..... 21
2.5 Possíveis causas para a diferença de utilização das duas fontes de metionina pelas aves..... 22
2.5.1 Absorção e excreção urinária..... 22
2.5.2 Conversão da MHA e da D-metionina em L-metionina e incorporação nos tecidos..... 24

3 – MATERIAL E MÉTODOS..... 25

3.1 Local..... 25
3.2 Instalações e equipamentos..... 25
3.3 Aves e manejo..... 25
3.4 Rações 26
3.5 Tratamentos..... 28
3.6 Desempenho produtivo..... 29
3.6.1 Peso corporal/ganho de peso..... 29
3.6.2 Consumo de ração..... 29
3.6.3 Conversão alimentar..... 29
3.6.4 Taxa de viabilidade..... 29
3.7 Rendimento de carcaça..... 29
3.7.1 Amostragem das aves para abate..... 29
3.8 Composição das carcaças..... 30
3.8.1 Preparo das amostras..... 30
3.8.2 Análises físico-químicas 30
3.8.2.1 Matéria seca..... 30
3.8.2.2 Proteína bruta..... 30
3.8.2.3 Matéria mineral..... 30
3.8.2.4 Extrato etéreo 30

3.9 Delineamento experimental..... 30

4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 31

4.1 Desempenho de 1 a 7 dias de idade..... 31
4.1.1 Consumo de ração de 1 a 7 dias de idade..... 31
4.1.2 Ganho de peso de 1 a 7 dias de idade..... 32
4.1.3 Conversão alimentar de 1 a 7 dias de idade..... 32
4.1.4 Viabilidade de 1 a 7 dias de idade..... 32
4.2 Desempenho de 1 a 21 dias de idade..... 33
4.2.1 Consumo de ração de 1 a 21 dias de idade..... 33
4.2.2 Ganho de peso de 1 a 21 dias de idade..... 33
4.2.3 Conversão alimentar de 1 a 21 dias de idade..... 34
4.2.4 Viabilidade de 1 a 21 dias de idade..... 35
4.3 Desempenho de 1 a 37 dias de idade..... 35
4.3.1 Consumo de ração de 1 a 37 dias de idade..... 35
4.3.2 Ganho de peso de 1 a 37 dias de idade..... 36
4.3.3 Conversão alimentar de 1 a 37 dias de idade..... 36
4.3.4 Viabilidade de 1 a 37 dias de idade..... 37
4.4 Desempenho de 1 a 42 dias de idade..... 37
4.4.1 Consumo de ração de 1 a 42 dias de idade..... 37
4.4.2 Ganho de peso de 1 a 42 dias de idade..... 37
4.4.3 Conversão alimentar de 1 a 42 dias de idade..... 38
4.4.4 Viabilidade de 1 a 42 dias de idade..... 39
4.5 Rendimento de abate..... 39
4.5.1 Rendimentos de carcaça inteira, pés, peito, asas, dorso e gordura abdominal aos 43 dias de idade das aves..... 39
4.5.2 Rendimentos de coxas e sobre-coxas aos 43 dias de idade das aves..... 40
4.6 Composição das carcaças, vísceras e fígados 41

5 – CONCLUSÕES..... 42

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Temperatura e umidade relativa do ar, máxima e mínima, em cada período de sete dias durante a fase de criação dos frangos..... 25

Tabela 2 - Matriz nutricional dos alimentos utilizados pela Empresa PIF-PAF Alimentos, analisados pela Degussa, e empregados nas dietas experimentais..... 26

Tabela 3 - Composição percentual e níveis nutricionais calculados das rações iniciais..... 27

Tabela 4 – Composição percentual e níveis nutricionais calculados das rações de crescimento I e crescimento II 28

Tabela 5 – Descrição dos tratamentos de acordo com os planos, fontes de metionina e fases de criação..... 29

Tabela 6 - Consumo de ração (g) de 1 a 7 dias de idade das aves, em função do plano e da fonte de metionina utilizados..... 31

Tabela 7 – Ganho de peso (g) de 1 a 7 dias de idade das aves, em função do plano e da fonte de metionina utilizados 32

.

Tabela 8 – Conversão alimentar de 1 a 7 dias de idade das aves, em função do plano e da fonte de metionina utilizados..... 32

Tabela 9 – Viabilidade (%) de 1 a 7 dias de idade das aves, em função do plano e da fonte de metionina utilizados..... 32

Tabela 10 - Consumo de ração (g) de 1 a 21 dias de idade das aves, em função do plano e da fonte de metionina utilizados..... 33

Tabela 11 – Ganho de peso (g) de 1 a 21 dias de idade das aves, em função do plano e da fonte de metionina utilizados..... 34

Tabela 12 – Conversão alimentar de 1 a 21 dias de idade das aves, em função do plano e da fonte de metionina utilizados..... 35

Tabela 13 – Viabilidade (%) de 1 a 21 dias de idade das aves, em função do plano e da fonte de metionina utilizados..... 35

Tabela 14 - Consumo de ração (g) de 1 a 37 dias de idade das aves, em função do plano e da fonte de metionina utilizados..... 35

Tabela 15 – Ganho de peso (g) de 1 a 37 dias de idade das aves, em função do plano e da fonte de metionina utilizados..... 36

Tabela 16 – Conversão alimentar de 1 a 37 dias de idade das aves, em função do plano e da fonte de metionina utilizados..... 36

Tabela 17 – Viabilidade (%) de 1 a 37 dias de idade das aves, em função do plano e da fonte de metionina utilizados..... 37

Tabela 18 - Consumo de ração (g) de 1 a 42 dias de idade das aves, em função do plano e da fonte de metionina utilizados..... 37

Tabela 19 – Ganho de peso (g) de 1 a 42 dias de idade das aves, em função do plano e da fonte de metionina utilizados..... 38

Tabela 20 – Conversão alimentar de 1 a 42 dias de idade das aves, em função do

plano e da fonte de metionina utilizados..... 38

Tabela 21 – Viabilidade (%) de 1 a 42 dias de idade das aves, em função do plano e da fonte de metionina utilizados..... 39

Tabela 22 - Rendimento de carcaça, porcentagem de pés, peito, asas, dorso e gordura abdominal aos 43 dias de idade das aves, em função do plano e da fonte de metionina utilizados..... 40

Tabela 23 – Porcentagem de coxa e sobre-coxa aos 43 dias de idade das aves, em função do plano e da fonte de metionina utilizados..... 41

Tabela 24 – Composição na matéria seca (MS) de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM) na carcaça, e extrato etéreo (EE) nas vísceras e fígados aos 43 dias de idade das aves, em função do plano e da fonte de metionina utilizados..... 41

RESUMO

Foi conduzido um experimento, com 840 pintos de corte de um dia de idade, machos, da linhagem AgRoss 308, com o objetivo de avaliar os efeitos de planos (normal e reduzido) e fontes de metionina (DL-metionina e metionina hidróxi-análoga) das rações sobre o desempenho, o rendimento e a composição de carcaça de frangos de corte. Os tratamentos foram definidos pelos planos nutricionais: normal - 0,90% de aminoácidos sulfurados totais (AAST) para fase inicial e 0,88% AAST para as fases de crescimento I e crescimento II e reduzido - 0,85% de AAST para fase inicial e 0,83% AAST para as fases de crescimento I e crescimento II e pelas fontes de metionina. As rações para cada fase de criação (inicial, 1-21 dias; crescimento, 22-37 dias e crescimento II, 38-42 dias) foram isonutritivas, com exceção dos níveis de metionina e foram oferecidas à vontade. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2x2, totalizando 4 tratamentos com 6 repetições cada. As diferenças entre as médias foram comparadas pelo teste "SNK". Ao final do experimento, não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos (P>0,05) para o consumo de ração, ganho de peso, viabilidade, rendimento de carcaça, porcentagem de peito e composição de proteína bruta, umidade e extrato etéreo das carcaças, vísceras e fígados. As aves que receberam dietas com níveis normais de aminoácidos sulfurados totais apresentaram melhor conversão alimentar em relação àquelas que receberam níveis reduzidos. As que receberam dietas contendo DL-metionina apresentaram menores porcentagens de gordura abdominal do que aquelas que receberam a metionina hidróxi-análoga. Conclui-se que a substituição da DL-metionina pela metionina hidróxi-análoga, considerando uma bioequivalência de 82%, não afeta o desempenho dos frangos de corte e que os planos e as fontes de metionina utilizados não influenciam no rendimento e composição das carcaças.

Palavras-chave: frangos de corte, aminoácidos sintéticos, metionina, fontes, exigências nutricionais, carcaça, composição.

ABSTRACT

An experiment with 840 day-old male AgRoss 308 chicks was conduced to verify the effects of plans (normal and reduced) and methionine sources (DL-methionine and methionine hidroxy analogue) of diets. Parameters analyzed were performance, carcass yield and carcass composition. Treatments were defined by nutritional plans (normal: 0,90% of sulfurous total amino acids to initial phase and 0,88% total amino acids for growing phase and growing II; and reduced: 0,85% of total amino acids for initial phase and 0,83% total amino acids for growing phase and growning II) and methionine sources. Ad libitum rations for each phase (initial, 1-21 days; growing, 22-37 days and growing II, 38-42 days) were isonutritive but methionine levels. Experimental design was completely randomized, on factorial scheme 2X2, building 4 treatments with 6 repetitions each. Differences between means were analysed by "SNK" test. No significative differences were found between treatments (P>0,05) for ration consumption, weight gain, viability, carcass yield, breast percentage and crude protein composition, humidity and ether extract of the whole chicken, liver and visceras. Birds fed with total normal sulfurous amino acids diets had a better feed conversion compared to those fed with reduced levels diets. Birds fed with diets containing DL-Methionine had lower percentage of abdominal fat compared to those fed with methionine hidroxy analogue. It can be concluded that DL-methionine substitution by methionine hydroxy-analogue under 82% of bioequivalence do not affect broilers performance, as nutritional plans and methionine sources utilized do not influence carcass yield and composition.

Keywords: broilers, synthetic amino acids, methionine, sources, nutritional requirements, carcass, composition.

1 INTRODUÇÃO

Os aminoácidos, substâncias orgânicas caracterizadas por possuírem um grupamento carboxílico e um grupamento amina, são as moléculas básicas formadoras das proteínas. Com um aporte equilibrado de aminoácidos essenciais, são necessárias menores quantidades de alimentos para produzir carne de frango de corte e, conseqüentemente, obter uma conversão alimentar mais eficiente. A metionina é o primeiro aminoácido limitante, tanto para frangos de corte quanto para poedeiras comerciais e freqüentemente é adicionada como suplemento em muitas formulações de ração, melhorando, dessa maneira, o balanço de aminoácidos e minimizando a excreção de nitrogênio.

Os aminoácidos sulfurados (metionina e cistina) são essenciais para o crescimento, reações de metilação e a síntese das penas e também são importantes precursores para síntese de glutationa, taurina e coenzima A. Devido ao importante papel que desempenham no corpo, determinar a adequada exigência para as aves é fundamental. Com o desenvolvimento de fontes sintéticas de metionina tornou-se mais fácil para os nutricionistas adequarem as rações para tal propósito.

Comumente, são utilizadas quatro fontes de metionina: a DL-metionina, disponível comercialmente na forma de pó (DL-metionina) ou na forma líquida como sal de sódio (DL-metionina-Na) e a DL-2-hidróxi-4-(metiltio) butanóico ácido, mais comumente conhecida como metionina hidróxi análoga (MHA), que também se apresenta em duas formas, na forma de pó, como sal de cálcio (MHA-Ca) ou na forma líquida, como ácido livre (MHA-FA).

Todas as fontes são produzidas por síntese química. Quando a DL-metionina é produzida, esta mistura é de 50% na forma de D-metionina e 50% na forma L-metionina. A MHA-FA (conhecida comercialmente como Alimet) é tipicamente constituída de 65% de monômeros, 23% de polímeros e 12% de água (Lawson e Ivey, 1986).

A DL-metionina é usualmente empregada como padrão para se comparar às fontes de metionina. Sua atividade é considerada de 99%, enquanto que sua forma líquida a DL-metionina-Na tem uma atividade de 40%. Para metionina hidróxi análoga é considerado pelo fabricante uma atividade de 88% para a MHA-FA e 84% para a MHA-Ca.

Os animais, inclusive as aves, conseguem utilizar apenas a forma L dos aminoácidos para síntese protéica e outros processos fisiológicos. Então, as formas D devem ser convertidas na forma L para serem usadas pelo organismo animal.

A D-metionina é absorvida pelos mesmos carreadores da forma L (forma ativa), enquanto que a MHA é absorvida principalmente por difusão. Uma vez absorvida pelo organismo animal, a D-metionina deve ter seu grupamento amina removido (desaminação) para formar o ceto-análogo da metionina e, então, ter um grupamento amina inserido novamente para formar a L-metionina. A rota bioquímica para a conversão da MHA foi descrita por Dibner e Knight (1984) em dois passos: o primeiro é a oxidação do carbono alpha para ceto-metionina [ácido 2-oxo-4-(metiltio)butanóico] e o segundo, a aminação do mesmo carbono para produzir a L-metionina. Então, metade da DL-metionina e toda a MHA devem sofrer duas reações químicas antes de se tornarem ativas (forma L).

A adição de metionina sob a forma sintética constitui fator preponderante para a redução de custo das rações. Com o aparecimento dos hidróxi análogos surgiram muitas controvérsias quanto à equivalência em

relação à DL-metionina. Conhecer o relativo valor nutricional da MHA comparada a DL-metionina, bem como os níveis adequados de suplementação para atender às exigências das aves, é uma importante condição para a avaliação do custo-benefício da utilização de uma destas fontes nas rações.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar os efeitos de planos nutricionais e fontes de metionina sobre o desempenho, o rendimento e a composição de carcaça de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Níveis de aminoácidos sulfurados totais (AAST) para frangos de corte

2.1.1 Exigências de AAST na fase inicial, em relação ao desempenho

A prática de se acrescentar aminoácidos sintéticos às rações ocorre com freqüência em razão da facilidade de compra, dos preços compatíveis e dos altos custos das fontes protéicas da ração. Isso tem possibilitado a obtenção de rações de mínimo custo, com teores de proteína bruta inferiores aos recomendados nas tabelas de exigências nutricionais, atendendo às exigências em aminoácidos essenciais para frangos de corte (Silva et al., 1996). Segundo Albino et al. (1999), como os aminoácidos sulfurados são utilizados em grandes quantidades pelas aves durante o período de crescimento corporal e são freqüentemente os primeiros limitantes em rações para frangos de corte, essas rações devem ser suplementadas com aminoácidos sintéticos, disponíveis no mercado.

Segundo o NRC (1994), a recomendação de aminoácidos sulfurados totais (AAST) para frangos de corte é de 0,90% para a fase de 1 a 21 dias de idade das aves.

Scheuermann et al. (1995) estudaram as exigências de metionina para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade para machos e fêmeas, em relação ao desempenho. Os tratamentos consistiram de seis níveis crescentes de metionina (0,27%, 0,35%, 0,43%, 0,51%, 0,59% e 0,67%). Os autores observaram efeitos significativos dos níveis de metionina sobre o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar. A exigência estimada de metionina foi de 0,44%, para ambos os sexos. Considerando a exigência determinada em percentagem da dieta e o teor de cistina da dieta basal, a exigência de AAST foi de 0,76%.

Albino et al. (1999), com o objetivo de determinar a exigência nutricional de aminoácidos sulfurados para frangos de corte Hubbard e Ross, de ambos sexos, no período de 1 a 21 dias de idade, avaliaram ganho de peso, conversão alimentar e composição de carcaça das aves. As rações basais suplementadas com DL-metionina nos níveis de 0%, 0,06%, 0,12%, 0,18%, 0,24% e 0,30%, resultando em rações com 0,694%, 0,754%, 0,814%, 0,874%, 0,934% e 0,994% de AAS. As exigências de AAST foram estimadas em 0,886% e 0,896%, para machos e fêmeas Hubbard e 0,89% e 0,868% para machos e fêmeas Ross, respectivamente.

Oliveira Neto et al. (2000), avaliando o efeito de níveis de metionina + cistina sobre o desempenho de pintos de corte de 1 a 21 dias de idade, mantidos em ambiente termoneutro, utilizaram rações suplementadas com DL-metionina, resultando em níveis de 0,756; 0,810; 0,866, 0,920 e 0,976 de AAST. Os mesmos autores constataram que o consumo de ração não foi influenciado pelos níveis de AAST avaliados e observaram melhora linear no ganho de peso e quadrática na conversão alimentar. Concluíram que o nível de 0,898% de metionina + cistina total proporcionou o melhor desempenho das aves.

Kalinowski et al. (2003) conduziram dois experimentos com machos Ross de lento e rápido empenamento de 1 a 21 dias de idade, para determinar as exigências de metionina e cistina. Uma dieta basal (22% PB e 3.050 kcal EM/kg) deficiente em aminoácidos sulfurados foi utilizada para ambos os experimentos. No experimento 1, as dietas continham 0,50% de cistina, com níveis de 0,35%, 0,40%, 0,45% e 0,50% de metionina. Não foi observado efeito para o ganho de peso, porém, a conversão alimentar respondeu de maneira linear até o nível de 0,50% de metionina. No experimento 2, as dietas continham 0,45% de metionina, com níveis de 0,35%, 0,40%, 0,45% e 0,50% de cistina. Não houve efeito sobre o ganho de peso, porém, a conversão alimentar respondeu de maneira quadrática, tendo um nível ótimo de 0,40% de cistina para aves de rápido empenamento, enquanto que as aves de lento empenamento não responderam à suplementação. Baseando-se nos dois experimentos, os autores concluíram que o requerimento de 0,50% de metionina foi adequado para as aves na fase inicial, independente da velocidade de empenamento, porém, as exigências de cistina foram de 0,39% para machos de lento e 0,44% para machos de rápido empenamento.

Com o objetivo de determinar a exigência de metionina + cistina e a relação metionina + cistina:lisina digestível para frangos machos, da linhagem Avian Farm, na fase de 1 a 20 dias de idade, Atencio et al. (2004) utilizaram níveis crescentes de metionina + cistina digestível de 0,731% a 0,916% (aumentos de 0,046%). Avaliando o desempenho ao final do período, observaram aumento linear para ganho de peso e melhoria quadrática para conversão alimentar. O nível de metionina + cistina digestível foi estimado em 0,808% (correspondente a 0,907% de aminoácidos sulfurados totais), obtendo-se uma relação metionina + cistina:lisina digestível de 70%.

Silva Junior et al. (2005) determinaram as exigências nutricionais de metionina + cistina total para frangos de corte machos Ross nos períodos de 1 a 21 dias de idade, utilizando dietas suplementadas com DL-metionina nos níveis de 0%, 0,08%, 0,16%, 0,24%, 0,32% e 0,40%, resultando em rações com 0,69%, 0,77%, 0,85%, 0,93%, 1,01% e 1,09% de metionina + cistina total. Os autores não observaram efeito dos níveis de metionina + cistina sobre o consumo de ração e observaram que os níveis de metionina + cistina influenciaram de forma quadrática o ganho de peso e a conversão alimentar, sendo os níveis de 0,96% e 0,93% estimados para o maior ganho de peso e melhor conversão alimentar, respectivamente. Esses valores estão próximos à recomendação de Rostagno et al. (2005), que é de 0,931% de AAST para esta mesma fase.

Lumpkins et al. (2007) realizaram três experimentos com frangos de corte Cobb 500 de ambos os sexos para avaliar as variações nas estimativas das exigências de aminoácidos sulfurados digestíveis (AASD), em função do ambiente de criação (chão ou gaiolas) e sexo de frangos de 7 a 19 dias de idade. Os níveis de AASD utilizados para cada experimento foram de: 0,54%, 0,64%, 0,74%, 0,84% e 0,94%, para o experimento 1; 0,53%, 0,63%, 0,73%, 0,83%, 0,93% e 1,03% para o experimento 2 e de 0,49%, 0,59%, 0,69%, 0,79%, 0,89% para o experimento 3. Estes autores concluíram que as exigências de AASD para fase inicial, independente do sexo e ambiente de criação, foram de 0,78% de AASD ou 0,89% de AAST.

2.1.2 Exigências de AAST nas fases de crescimento e acabamento, em relação ao desempenho, rendimento e composição de carcaça.

As exigências de metionina e AAST para

frangos de corte durante a fase inicial (de 1 a 21 dias de idade) está bem estabelecida. Porém, informações limitadas estão disponíveis para as exigências destes aminoácidos após 21 dias de idade (Schutte e Pack, 1995).

Avaliando o desempenho e a gordura abdominal de frangos de corte de três a seis semanas de idade, Jensen et al. (1989) verificaram que o nível de 0,78% de AAST foi suficiente para a maximização do desempenho e redução da gordura abdominal. Níveis próximos a este também foram recomendados por Balvane e Oliva (1990) que estimaram os níveis de 0,74% e 0,75% de AAS para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, em temperaturas de 21°C e 25°C-35°C, respectivamente.

O NRC (1994) recomenda níveis de AAST para frangos de corte de 0,72% e 0,60%, nos períodos 22 a 42 e de 43 a 56 dias de idade, respectivamente.

Scheuermann et al. (1995) estudaram as exigências de metionina na dieta para frangos de corte (ambos os sexos) de 22 a 42 dias de idade, em relação ao desempenho, rendimento e composição de carcaça. Estes autores utilizaram seis níveis crescentes de metionina (0,25%, 0,32%, 0,39%, 0,46%, 0,53% e 0,60%) verificaram que a exigência de AAST foi de 0,76%. Entretanto, Baker et al.. (1996) recomendaram o nível de 0,72% de AAST para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade.

Schutte e Pack (1995) realizaram dois experimentos para avaliar o aumento dietético dos níveis de metionina e AAST sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte Ross. No experimento 1, sete níveis de DL-metionina (0,02%, 0,04%, 0,07%, 0,10%, 0,13%, 0,16% e 0,20%) foram utilizados como suplemento a uma dieta basal contendo 0,75% AAST, promovendo níveis de 0,77% a 0,95% de AAST para frangos de 14 a 34 dias de idade. No experimento 2, cinco níveis de DL-metionina (0,03; 0,07; 0,12; 0,18; 0,24%) foram adicionados a uma dieta basal contendo 0,70% AAST, promovendo níveis de 0,73% a 0,94% de AAST para frangos de 14 a 38 dias de idade. Em ambos os experimentos, os autores observaram maior exigência de AAS para máxima eficiência de utilização dos alimentos e rendimento de peito do que para maior ganho de peso. Baseando-se na conversão alimentar e no rendimento de peito foi estimada uma exigência de AAST de 0,88%, tanto para aves de 14 a 34 ou 14 a 38 dias de idade.

Silva et al. (1997) estudaram o desempenho de frangos de corte machos, da linhagem Hubbard, de 22 a 42 dias, submetidos a duas rações basais isocalóricas contendo 17,5% e 20% de PB e 0,588% e 0,648% de AAS, respectivamente, suplementadas com seis níveis de DL-metionina 99% (0; 0,06; 0,12; 0,18; 0,24; 0,30). O nível mais alto de PB da ração resultou em um maior ganho de peso e melhor conversão alimentar. Entretanto, o consumo de ração não foi influenciado pelos níveis de PB. As suplementações das rações com DL-metionina também influenciaram, positivamente, no ganho de peso e na conversão alimentar, porém, não houve efeito sobre o consumo de ração. As exigências de AAS aumentaram com o aumento no teor de PB da ração, sendo recomendados os níveis de 0,826% e 0,891% para rações com 17,5% e 20% de PB, respectivamente.

Albino et al. (1999) conduziram um experimento com o interesse de determinar a exigência nutricional em AAST para frangos de corte das linhagens Hubbard e Ross de ambos sexos, no período de 22 a 42 dias de idade. O ganho de peso, conversão alimentar e composição de carcaça das aves foram avaliados. As rações basais foram suplementadas com DL-metionina nos níveis de 0%, 0,06%, 0,12%, 0,18%, 0,24% e 0,30%, resultando em rações com 0,639%,

0,699%, 0,759%, 0,819%, 0,879% e 0,939% de AAST. Baseando-se nas variáveis estudadas as estimativas das exigências de AAST foram de 0,795% e 0,802%, para machos e fêmeas Hubbard e 0,81% e 0,792%, para machos e fêmeas Ross.

Rodrigueiro et al. (2000), com o objetivo de determinar as exigências de aminoácidos sulfurados, utilizaram frangos de corte da linhagem Hubbard (50% de cada sexo) para a fase de crescimento (22-42 dias de idade). Neste trabalho foram utilizados seis níveis de suplementação de DL-metionina (0,0%, 0,06%, 0,12%, 0,18%, 0,24% e 0,30%) às rações basais deficientes em aminoácidos sulfurados, resultando em 0,63%, 0,69%, 0,75%, 0,81%, 0,87% e 0,93% de AAST. Os autores avaliaram o ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, rendimento, gordura abdominal e composição química da carcaça e sugeriram a utilização de 0,896% e 0,856% de AAST para machos e fêmeas, respectivamente.

Em um experimento para avaliar os efeitos da suplementação de metionina em dietas de crescimento (22 a 42 dias de idade) sobre desempenho, rendimento e composição química da carcaça de frangos de corte Ross sexados, Whitaker et al. (2002) utilizaram dietas formuladas para conter 100%, 110%, 120%, 130% e 140% dos níveis de metionina recomendados pelo NRC (1994), correspondentes a 0,38%, 0,42%, 0,46%, 0,50% e 0,54% de DL-metionina, respectivamente. Ao aumentar o nível de metionina da dieta, não houve efeito sobre o ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, mortalidade, gordura abdominal e rendimento de carcaça, bem como umidade, proteína, gordura e cinzas do peito e coxas. Os autores concluíram que a recomendação de 0,38% de metionina para frangos de corte (0,72% AAST), no período de 22 a 42 dias de idade, foi adequada.

Trabalhando com frangos machos da linhagem Avian Farm, na fase de 24 a 38 dias de idade, Atencio et al. (2004) avaliaram os efeitos dos níveis crescentes de aminoácidos sulfurados digestíveis de 0,712% a 0,881% (aumentos de 0,042%) sobre o consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e rendimento de carcaça e de cortes nobres. Estes pesquisadores encontraram um efeito quadrático para ganho de peso, conversão alimentar e peso absoluto das coxas. Os melhores resultados foram obtidos com o nível de aminoácido sulfurado digestível estimado em 0,767% (correspondente a 0,844% de AAST).

Rostagno et al. (2005), recomendaram níveis de metionina + cistina total de 0,852%, para o período de 22 a 42 e de 0,806%, para o período de 43 a 46 dias de idade.

Amarante Junior et al. (2005) realizaram um experimento com frangos de corte machos da linhagem Ross, dos 22 a 42 dias de idade, utilizando seis diferentes níveis de metionina sintética (0,00%, 0,04%, 0,081%, 0,121%, 0,162% e 0,202%), correspondendo aos níveis de 0,664%, 0,704%, 0,744%, 0,784%, 0,824% e 0,864% de AAST nas dietas. Os autores avaliaram o consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, rendimento de carcaça e cortes e estimaram as exigências nutricionais de AAST em 0,823%, para máximo desempenho e rendimento de peito.

Para determinar as exigências nutricionais de AAST para frangos de corte machos da linhagem Ross, no período de 22 a 42 dias de idade, Silva Junior et al. (2005) avaliaram o consumo de ração, o ganho de peso, a conversão alimentar e os rendimentos de carcaça, de cortes nobres (peito, coxas e sobrecoxas) e de gordura abdominal. As rações foram suplementadas com DL-metionina, nos níveis de 0%, 0,08%, 0,16%, 0,24%, 0,32% e 0,40%, resultando em níveis de 0,61%, 0,69%, 0,77%, 0,85%, 0,93% e 1,01% de AAST. Os níveis de AAST influenciaram de forma quadrática o consumo de ração, o ganho de peso, a

conversão alimentar e os rendimentos de carcaça, de coxa e de sobrecoxa. De acordo com os resultados, as exigências nutricionais de AAST foram estimadas em 0,89%, para o período estudado.

Quentin et al. (2005) avaliaram níveis de aminoácidos essenciais nas dietas de frangos de corte, machos da linhagem Ross, variando de 85%, 95%, 105% e 115% em relação às recomendações do NRC (1994). Concluíram que a exigência de aminoácidos essenciais foi de, no mínimo, 115% da recomendação do NRC (1994), o que representou uma exigência de AAST de 0,89%.

Lumpkins et al. (2007), em um experimento com frangos de corte Cobb 500, de ambos os sexos, avaliaram as variações das estimativas das exigências de aminoácidos sulfurados digestíveis relacionadas ao desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte de 21 a 42 dias de idade. Utilizaram níveis de 0,43%, 0,53%, 0,63%, 0,73% e 0,83% e observaram que a estimativa da exigência desses para fase de crescimento foi de 0,64%, correspondente a 0,72% de AAST, estando de acordo com as exigências estabelecidas pelo NRC (1994).

2.2 Efeito das diferentes fontes de metionina no desempenho

A primeira referência conhecida sobre o emprego de metionina hidróxi análoga foi o trabalho de Block e Jackson (1932), citado por Visentini et al. (2005). Neste trabalho, os ratos alimentados com uma dieta deficiente em cistina tiveram crescimento mais rápido quando foi adicionada a MHA-FA. Desde então, começou-se a pesquisar sobre fontes análogas de metionina e, com isso, muitas controvérsias surgiram em torno da eficácia desses análogos em relação à DL-metionina.

Bishop e Halloran (1977) utilizaram DL-metionina e MHA-Ca (80%) em quatro ensaios com frangos de corte de 1 a 28 dias de idade. Esses autores determinaram que a MHA-Ca foi equivalente, em relação ao desempenho, à DL-metionina, como suplemento em uma dieta convencional para aves jovens quando os níveis de ingestão de aminoácidos sulfurados foram adequados, ou seja, quando estes níveis não estavam deficientes nas dietas.

Waldroup et al. (1981) realizaram quatro experimentos com o objetivo de avaliar a eficácia da utilização da metionina hidróxi análoga - ácido livre (MHA-FA) como fonte de metionina para frangos de corte jovens. Utilizaram dietas deficientes em metionina suplementadas em quantidades equimolares com MHA-FA, L-metionina, DL-metionina e MHA-Ca. Não encontraram diferenças no ganho de peso e em conversão alimentar ao compararem a MHA-Ca e a MHA-FA, tanto em dietas práticas quanto em dietas semipurificadas. Ao compararem as quatro diferentes fontes de metionina em dietas práticas (convencionais), os mesmos autores também não verificaram diferenças significativas no desempenho dos frangos.

Por outro lado, Van Weerden et al. (1983), em dois experimentos com frangos de corte de 1 a 38 dias de idade, comparando a MHA-FA (88%) com a DL-metionina, em uma dieta deficiente em aminoácidos sulfurados, observaram que a conversão alimentar foi melhor quando os frangos foram alimentados com a ração suplementada com a DL-metionina.

Garlich (1985) comparou como fontes de metionina, a metionina hidróxi análoga ácido livre - 88% (MHA-FA), a solução aquosa do sal de sódio da DL-metionina - 40% (DL-metionina-Na) e a L-metionina (LM) cristalina. O experimento foi realizado com frangos de corte de 0 a 7 semanas de idade utilizando diferentes níveis de suplementação de metionina em uma dieta convencional à base de milho e de farelo soja. O autor observou que não houve

diferenças estatísticas tanto para o peso corporal quanto para conversão alimentar, para as diferentes fontes utilizadas no mesmo nível de suplementação, mostrando que as aves foram capazes de utilizar a MHA-FA, DL-metionina-Na e LM com a mesma eficiência.

Daenner e Bessei (2003), comparando a MHA-FA (88%) em relação à DL-metionina em dois níveis de suplementação na base equimolar, para obter 0,75% e 0,81% de AAST para fase inicial e 0,70% e 0,76% para fase de crescimento em dietas convencionais para frangos de corte (Ross) de 1 a 33 dias de idade, observaram que os aumentos nos níveis de metionina proporcionaram melhoras significativas no ganho de peso e em conversão alimentar. Porém, no mesmo nível de suplementação, não foram observadas diferenças entre as fontes.

Viana et al. (2005) compararam a DL-metionina diluída (65%) com a MHA-FA em três diferentes níveis de suplementação de AAST (0,899%, 1,050% e 1,201% para fase pré-inicial; 0,798%, 0,920% e 1,043% para fase inicial e 0,726%, 0,810% e 0,895% para a fase de crescimento) para frangos de corte de 1 a 47 dias de idade. Esses autores observaram que as aves que receberam dietas contendo níveis intermediários de metionina ou em excesso apresentaram melhores resultados, comparadas àquelas que receberam níveis sub-ótimos. Porém, não observaram diferenças significativas para o ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e fator de produção entre as diferentes fontes e concluíram que a equivalência da MHA-FA em relação à DL-metionina foi de apenas 65%, uma vez que as aves tiveram desempenho semelhante.

Vázquez-Añón et al. (2006a) concluíram que, para o ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte, não há diferença entre as dietas suplementadas com MHA-FA e a DL-metionina. Também, Vázquez-Añón et al. (2006b), em quatro experimentos com frangos de corte, comparando a MHA-FA com a DL-metionina na base equimolar, em dietas convencionais, não encontraram diferenças para o ganho de peso e conversão alimentar entre as fontes.

2.3 Efeitos das diferentes fontes de metionina sobre o rendimento e composição da carcaça

Moran Jr. (1994) relatou que os aminoácidos sulfurados dietéticos estimularam o crescimento dos músculos do peito em uma maior proporção que os outros aminoácidos. Schutte e Pack (1995) relataram que as exigências de aminoácidos sulfurados de frangos de corte para a melhor conversão alimentar e máximo rendimento de peito foram maiores do que para o maior ganho de peso.

Para verificar a resposta das aves às diferentes fontes de metionina para o desempenho e o rendimento de carcaça, peito e porcentagem de gordura abdominal, Esteve-Garcia e Llauradó (1997) conduziram um experimento utilizando quatro níveis de suplementação de DL-metionina ou de MHA-FA (0,05%, 0,10%, 0,15% e 0,20%) na base equimolar, considerando a MHA 88% da DL-metionina, em dietas deficientes em aminoácidos sulfurados (0,61% para fase inicial e 0,58% para fase final), para frangos de corte machos de 7 a 41 dias de idade. Os resultados mostraram respostas à suplementação de metionina até o nível de 0,15%. Em relação a fontes de metionina, os autores não encontraram diferenças significativas para o ganho de peso, conversão alimentar e rendimento de carcaça. Porém, para porcentagem de peito houve efeito significativo e frangos alimentados com DL-metionina tiveram uma maior porcentagem de peito do que aqueles que receberam a MHA-FA. Também houve efeito significativo para porcentagem de

gordura abdominal, e frangos alimentados com DL-metionina tiveram menor teor de gordura abdominal do que aqueles alimentados com MHA-FA.

Lemme et al. (2002) realizaram um experimento para comparar os efeitos da MHA-FA (88%) com a DL-metionina e a DL-metionina diluída (65%), para frangos de corte machos da linhagem Ross de 1 a 42 dias de idade com níveis de suplementação na base equimolar de 0,06%, 0,12%, 0,18% e 0,24% em dietas basais, com 0,64%, 0,61% e 0,62% de AAST para as fases: inicial, crescimento e acabamento, respectivamente. Esses autores observaram respostas significativas da suplementação das fontes em relação à dieta basal, porém, não encontraram diferenças entre as fontes de metionina no mesmo nível de suplementação para ganho de peso, conversão alimentar e rendimentos de carcaça e peito. Isso indica que os níveis de suplementação de metionina nas rações podem estar sendo praticados em quantidades excessivas, já que não houve diferenças entre as fontes em relação à DL-metionina diluída (65%).

Meirelles et al. (2003), avaliando a DL-metionina e a MHA-FA (88%) substituídas na base equimolar como fontes de metionina em dietas para frangos de corte Ross machos de 1 a 47 dias, observaram que o ganho de peso e o consumo de ração não foram afetados pelas fontes de metionina. Entretanto, a conversão alimentar foi melhor para as aves que receberam DL-metionina em vez da MHA-FA. Os mesmos autores não observaram diferenças significativas entre as fontes para o rendimento de carcaça, coxa e sobrecoxa, peito e gordura abdominal.

Com o objetivo de testar o efeito de níveis de substituição da DL-metionina pela MHA-FA (88%) para frangos de corte machos Ross de 1 a 44 dias, Visentini et al. (2005) substituíram, na base equimolar, a DL-metionina pela MHA-FA, nas proporções de 0%, 25%, 50%, 75% e 100%. Estes autores não encontraram diferenças significativas entre as duas fontes de metionina para ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, rendimento de carcaça e porcentagem de gordura abdominal.

Hoehler et al. (2005) realizaram cinco experimentos para comparar a MHA-FA (88%) em relação à DL-metionina e à DL-metionina diluída (65%) para frangos de corte, com diferentes níveis de suplementação para as fontes em dietas basais. De modo geral, concluíram que os frangos responderam aos níveis de suplementação de metionina em relação às dietas basais, porém, não observaram diferenças entre as fontes de metionina no mesmo nível de suplementação para ganho de peso, conversão alimentar e rendimento de peito.

Em dois experimentos, Payne et al. (2006) avaliaram a MHA-FA (88%) em relação à DL-metionina para frangos de corte machos de 1 a 42 dias de idade, com diferentes níveis de suplementação, para ambas as fontes. Não observaram diferenças significativas entre as fontes em relação a ganho de peso, conversão alimentar, rendimento de peito e coxas e sobrecoxas. Em um terceiro experimento, comparando a MHA-FA com a DL-metionina diluída (65%) em diferentes níveis de suplementação para frangos de corte machos (Ross) de 1 a 47 dias de idade, não observaram diferenças entre as fontes para ganho de peso e conversão alimentar.

Bunchasak e Keawarun (2006) compararam a MHA-FA (80%) com a DL-metionina substituída na base equimolar, suplementando a dieta basal para obter dietas contendo 0,90% de AAST para fase inicial e 0,86% para fase de crescimento de frangos de corte. Para avaliar os efeitos destas sobre o desempenho, a qualidade de carcaça e a composição química do fígado,

foram utilizadas aves (machos da linhagem Ross) de 1 a 42 dias de idade. Os resultados mostraram que não houve diferenças entre as fontes para o ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, rendimento de carcaça, peito, porcentagem gordura abdominal, peso dos fígados e composição química dos mesmos.

2.4 Diferenças na utilização das fontes de metionina pelos frangos de corte, em condições tropicais

Aves submetidas a altas temperaturas têm seu desempenho afetado, comparadas às aves criadas em ambientes termoneutros. Porém, parece que aves alimentadas com DL-metionina são mais negativamente afetadas do que as alimentadas com MHA-FA (Swick et al., 1990).

Estudando a possível vantagem da MHA-FA em relação à DL-metionina em ambientes de altas temperaturas, Dibner et al. (1992) realizaram ensaios *in vitro* para determinar a absorção da DL-metionina e MHA-FA no lúmen intestinal. Estes autores encontraram que a absorção da DL-metionina foi reduzida no intestino de aves termicamente estressadas em relação ao de aves em ambientes termoneutros, enquanto que a da MHA-FA aumentou. Verificaram, dessa forma, uma mudança no sistema de transporte da DL-metionina no intestino de aves termicamente estressadas, tendo havido redução no sistema dependente de energia e sódio (ESD) e aumento no sistema independente de energia e sódio (ESI). No geral, houve redução na absorção total. Os resultados indicaram que o efeito benéfico da MHA durante o estresse térmico foi devido à maior absorção em relação à DL-metionina.

Knight et al. (1994) realizaram três experimentos com o objetivo de avaliar os efeitos de alta temperatura intermitente sobre o desempenho de pintos machos alimentados com diferentes fontes de metionina (MHA-FA e DL-metionina). Dois experimentos de 20 dias foram conduzidos, nos quais os pintos de 28 dias de idade foram expostos a um período de cinco dias de alta temperatura constante (30^0C e 32^0C, para o primeiro e segundo experimento, respectivamente) seguido de um igual período de termoneutralidade (22^oC), sendo esse ciclo de temperatura de 10 dias repetido duas vezes. Nesses experimentos, não houve diferenças significativas para ganho de peso diário para ambas as fontes, tanto no ambiente de alta temperatura quanto no de termoneutralidade, porém, a conversão alimentar foi melhor e a mortalidade menor das aves que receberam a MHA-FA do que para aquelas que receberam a DL-metionina no ambiente de alta temperatura. O terceiro experimento comparou o desempenho de pintos de 21 a 41 dias de idade, alimentados com diferentes isômeros de metionina (L-metionina ou D-metionina) e submetidos ao estresse térmico ou termoneutralidade, para o ganho de peso e eficiência alimentar. As aves que receberam a L-metionina em altas temperaturas responderam à suplementação, porém, as aves alimentadas com D-metionina não responderam a esta. As aves no ambiente de termoneutralidade responderam de forma semelhante aos dois isômeros. Esses resultados indicaram que a redução no desempenho das aves sob altas temperaturas foi devido à redução da utilização da D-metionina.

Rostagno e Barbosa (1995) conduziram dois experimentos sob condições de altas temperaturas, no intuito de avaliar a absorção e a excreção de MHA-FA e DL-metionina em galos Leghorn cecectomizados e determinar a bioeficácia da MHA-FA em relação à DL-metionina, por meio do desempenho dos frangos de 21 a 42 dias de idade, utilizando dietas convencionais, considerando a MHA-FA 75% da DL-metionina. Os resultados de absorção e excreção em galos cecectomizados mostraram absorção significativamente maior para DL-metionina

(97,2%) do que para MHA-FA (90,8%). Os resultados de desempenho mostraram não ter havido diferenças significativas para ganho de peso, conversão alimentar e mortalidade entre as diferentes fontes, demonstrando que a eficácia, na base equimolar, da MHA-FA foi de 75% em relação à DL-metionina, em condições de estresse calórico.

Os efeitos da utilização da DL-metionina e MHA-FA na ração de frangos de corte previamente submetidos a condições de estresse térmico e de termoneutralidade, sobre o desempenho, qualidade de carcaça e ganho compensatório, foram avaliados por Ribeiro et al. (2001). Entre as aves submetidas à termoneutralidade, houve maior ganho de peso e melhor conversão alimentar para as que receberam a MHA-FA em relação à DL-metionina e não houve influência das fontes sobre as características de carcaça. Porém, para aves submetidas ao estresse térmico, não houve diferenças entre as fontes, tanto para o desempenho quanto para as características de carcaça. As aves submetidas ao estresse térmico mostraram um potencial significativo para o ganho compensatório durante o período de termoneutralidade, porém, não houve diferenças entre as fontes de metionina.

Suplementando dietas vegetais com L-metionina (100%), MHA-FA (88%) e DL-metionina (99%), com dois níveis de metionina sintética para cada fonte (0,1% e 0,3%) em uma dieta basal com 0,63% de AAS, Ribeiro et al. (2005) compararam o desempenho dos frangos de corte machos Ross de 21 a 42 dias de idade, criados sob altas temperaturas. Os resultados demonstraram não ter ocorrido diferenças entre as fontes e níveis para o ganho de peso e consumo de ração. Porém, houve melhor conversão alimentar com o nível mais elevado em relação ao menor nível e para L-metionina comparada a DL-metionina no mesmo nível de suplementação, enquanto que a MHA-FA proporcionou um resultado intermediário, não diferindo de ambas. Não foram observadas diferenças significativas para o rendimento de carcaça, peito, coxa e sobrecoxa para as diferentes fontes e níveis de metionina. Semelhantes concentrações molares de DL-metionina ou MHA-FA, usadas como suplemento de metionina em dietas vegetais, resultaram em mesmo desempenho das aves.

Viola et al. (2005), avaliando a DL-metionina com a MHA-FA na base equimolar para frangos de corte de 7 a 48 dias de idade, nas condições do verão brasileiro, concluíram que o uso da MHA-FA gerou melhor conversão alimentar e ganho de peso, quando comparado ao uso da DL-metionina.

Comparando a DL-metionina com a MHA-FA na base equimolar em rações para frangos de corte de 8 a 49 dias de idade, nas condições do verão brasileiro, Silva et al. (2006) também não encontraram diferenças entre as fontes estudadas para ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar.

2.5 Possíveis causas para a diferença de utilização das duas fontes de metionina pelas aves

2.5.1 Absorção e excreção urinária

Uma das principais razões para as diferenças entre as fontes de metionina, possivelmente, é a absorção intestinal. A MHA é absorvida principalmente por difusão, o que está coerente com sua estrutura química, sendo um ácido orgânico. Já a DL-metionina é absorvida principalmente por um sistema específico de transporte dependente de energia e sódio no intestino delgado (Knight e Dibner, 1984).

Knight e Dibner (1984) relataram que a absorção da MHA-FA foi igual ou maior do que a L-metionina, utilizando um modelo de absorção *in vivo*. Dibner et al. (1992) observaram que, embora a absorção da DL-

metionina e a da MHA-FA *in vitro* tenham sido semelhantes em condições termoneutras, a absorção da MHA-FA foi maior em condições de estresse térmico.

Dibner et al. (1988) realizaram vários estudos para examinar o papel da porção posterior do intestino de frangos de corte na absorção da MHA. Quando a ^{14}C-MHA foi aplicada diretamente na porção posterior do intestino, a taxa de absorção nesta região foi de 40% da dose administrada por hora. O aparecimento de carbono 14 no plasma indicou que o ^{14}C-MHA desaparecido na porção final do intestino foi absorvido pelas aves. Em estudos in vitro com microrganismos cecais para determinar se realmente este desaparecimento da ^{14}C-MHA não foi devido à degradação pela microflora cecal, os autores utilizaram tanto ^{14}C-MHA quanto ^{14}C-DL-metionina e concluíram que a descarboxilização foi negligenciável para ambas as fontes, mostrando que o desaparecimento da ^{14}C-MHA não foi devido ao metabolismo bacteriano. Em outro estudo avaliando o uso da ^{14}C-MHA absorvida na porção posterior do intestino como fonte de metionina, resultados da avaliação de amostras de tecidos mostraram que a ^{14}C-MHA foi incorporada como proteína nestes. Além disso, a aplicação de uma dose equimolar intraperitoneal de MHA não alterou a absorção da ^{14}C-MHA na porção final do intestino, indicando que a absorção da MHA não é limitada pela MHA já encontrada nos tecidos corporais. Finalmente, uma radiografia de todo o corpo, comparando a ^{35}S-MHA e ^{35}S-DL-metionina, não demonstrou diferenças na distribuição corporal destas. Com os resultados, os autores concluíram que a MHA é absorvida por todo o trato gastrintestinal das aves.

Buscando determinar a absorção intestinal da DL-Metionina e MHA-Ca usando um ensaio de digestibilidade verdadeira em galos cecectomizados e normais (não cecectomizados), Han et al. (1990) encontraram pouca ou nenhuma metionina livre nas excretas dos galos cecectomizados e normais que receberam a DL-metionina. Porém, os galos cecectomizados alimentados com MHA-Ca excretaram significativas quantidades de MHA, enquanto que os galos normais que receberam a MHA-Ca não o fizeram. Verificaram, ainda, que a absorção intestinal da MHA-Ca foi de 95,9% para galos cecectomizados e de 98,8% para galos normais. A absorção da DL-metionina foi de 99,7%, tanto para galos cecectomizados quanto para os normais. Estes resultados confirmam a importância de todo o trato digestivo na absorção da MHA-Ca.

Em um segundo experimento para determinar a bioeficácia da DL-metionina e MHA-Ca em dietas purificadas, os mesmos autores compararam o desempenho de frangos intubados com os que receberam uma injeção intraperitoneal dessas diferentes fontes. Encontraram, por meio de análises de regressão, uma bioequivalência da MHA-Ca para as aves intubadas de 105% em relação à MHA-Ca para aves que receberam a injeção intraperitonial, indicando que a absorção intestinal da MHA-Ca foi eficiente. A bioeficácia da DL-metionina para as aves intubadas foi semelhante à daquelas injetadas com DL-metionina. Os autores concluíram que a MHA-Ca foi eficientemente absorvida pelas aves e que qualquer diferença na bioequivalência entre as fontes poderia ser atribuída à conversão in vivo da MHA em L-metionina.

Esteve-Garcia e Austic (1993) avaliaram as possíveis diferenças da biodisponibilidade da MHA-FA, DL-metionina e L-metionina devido à absorção intestinal ou à excreção urinária. Utilizaram as fontes marcadas com carbono 14 e forneceram para frangos com duas a três semanas de idade e observaram que as três fontes foram completamente absorvidas no trato digestivo. A excreção urinária foi estudada em aves de quatro a seis semanas de idade e não foram encontradas diferenças entre as fontes, para

as quais a excreção foi muito baixa. Os resultados indicaram que as diferenças na bioequivalência entre as fontes de metionina não podem ser atribuídas à absorção intestinal ou à excreção urinária.

Em um estudo para comparar a absorção da ^{3}H-L-Met e ^{3}H-L-MHA-FA em frangos livres de patógenos (gérmen free) e normais, visando determinar o efeito das bactérias intestinais sobre a absorção dessas fontes de metionina, Drew et al. (2003) observaram que o resíduo de MHA-FA na porção distal do íleo dos frangos livres de patógenos foi significativamente menor do que em frangos normais (4,7% e 10,2%, respectivamente). Em contraste, os resíduos de metionina na porção distal do íleo de frangos livres de patógenos não foram diferentes dos encontrados nos frangos normais. Este estudo demonstrou que bactérias intestinais reduziram significativamente a absorção da MHA-FA no trato intestinal de frangos de corte.

Richards et al. (2005) realizaram ensaios *in vitro* e *in vivo* para comparar a absorção intestinal da MHA, DL-metionina e L-metionina. Para o ensaio *in vitro*, com a DL-metionina e MHA, a absorção da MHA foi igual ou maior do que a absorção da DL-metionina. No ensaio *in vivo*, a absorção da MHA e L-Met foi monitorada em todo o trato digestivo das aves (papo, proventrículo, moela, duodeno, jejuno, íleo, intestino grosso e cloaca) e demonstrou que a MHA foi absorvida completamente e que a absorção ocorreu em todo o trato digestivo, principalmente na porção proximal do trato, anterior ao intestino delgado.

2.5.2 Conversão da MHA e da D-metionina em L-metionina e incorporação nos tecidos

O fígado é o principal local de conversão da MHA e D-metionina em sua forma bioquimicamente ativa, a L-metionina (Dibner e Knight, 1984; Dibner e Ivey, 1992).

A incorporação da MHA e DL-metionina em proteínas tem sido observada no fígado (Dibner e Ivey, 1992) e em tecidos periféricos (Saunderson, 1985). Igual taxa de incorporação da MHA e DL-metionina em proteína refletido em mesmo desempenho animal (Wauldroup et al., 1981; Garlich, 1985).

Saunderson (1985) avaliou a incorporação de fontes de metionina nos tecidos utilizando carbono 14 e relatou menor incorporação da DL-metionina e MHA comparada à L-metionina.

Dibner e Ivey (1992), visando determinar a capacidade do fígado de aves jovens para conversão da DL-metionina e MHA-FA em L-metionina, encontraram que a taxa de conversão da DL-metionina e MHA-FA foram semelhantes, sob condições de saturação de substrato. Também os cálculos da capacidade enzimática do fígado em aves de três semanas de idade indicaram que existe excesso na capacidade enzimática do fígado, assegurando que frangos em crescimento têm mais do que suficiente capacidade bioquímica para converterem DL-metionina ou MHA-FA em L-metionina.

Wang et al. (2001) conduziram estudos com o propósito de determinar a capacidade do fígado de frangos de corte de remover a MHA da circulação sanguínea. Os resultados de dois experimentos indicaram que o fígado dos frangos tem capacidade de remover MHA da circulação em quantidades maiores do que aquelas que poderiam ser esperadas pela absorção intestinal de aves alimentadas com rações contendo quantidades normais de MHA. Além disso, os resultados comprovaram que o fígado é o local de maior remoção e metabolismo da MHA em frangos de corte.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental "Prof. Hélio Barbosa", da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, localizada no município de Igarapé, MG, entre 18 de agosto e 29 de setembro de 2006. As aves foram abatidas em um abatedouro comercial (Avicap) localizado no município de Maravilhas, MG. Todo o material obtido no abate foi manipulado e analisado no Laboratório do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Lanagro), no município de Pedro Leopoldo, MG.

3.2 Instalações e equipamentos

Os pintos foram alojados em galpão experimental convencional dividido em 24 boxes idênticos com 3m^2 cada, sendo 12 boxes de cada lado, forrados com cepilho de madeira. As aves foram aquecidas, nos primeiros 14 dias, com fornalhas a carvão, uma por boxe. Durante os primeiros 7 dias de alojamento, foi utilizado um bebedouro tipo copo de pressão para cada 35 aves e, posteriormente, um bebedouro pendular automático para cada boxe, o qual permaneceu até o período final de criação. Do alojamento aos 14 dias de idade foi utilizado um comedouro tubular tipo infantil para cada boxe e, posteriormente, um comedouro do tipo tubular para cada 35 aves.

3.3 Aves e manejo

Foram utilizados 840 pintos de corte machos da linhagem AgRoss 308, de um dia de idade, provenientes de matrizes de 51 semanas de idade. Foram alojadas 35 aves por boxe (11,7 aves/m^2). Os pintos foram vacinados, no incubatório de origem, aos 18 dias de incubação com a vacina "in ovo" contra a doença de Marek e, aos 15 dias de idade, contra a doença de Gumboro, via água de bebida. Água e ração foram oferecidas à vontade. As aves foram criadas de 1 a 42 dias de idade.

O programa de luz utilizado foi o seguinte: de 1 a 5 dias de idade, 24 horas de luz e de 6 a 42 dias de idade, foi utilizada somente luz natural.

As leituras de temperatura e umidade, máximas e mínimas, foram registradas diariamente, às 9 horas, utilizando-se um termômetro digital (Tabela 1).

Tabela 1 – Temperatura e umidade relativa do ar, máxima e mínima, em cada período de sete dias, durante a fase de criação dos frangos

Dias de idade	Temperatura (ºC)		Umidade relativa (%)	
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima
1 a 7 dias	22,1	38,0	15	47
8 a 14 dias	21,4	33,2	25	48
15 a 21 dias	16,5	26,4	48	71
22 a 28 dias	15,6	28,1	27	69
29 a 35 dias	18,6	29,5	32	81
36 a 42 dias	17,7	27,2	43	82

3.4 Rações

Foram utilizados três tipos de rações peletizadas, de acordo com as fases de criação, ou seja, inicial (1 a 21 dias); crescimento I (22 a 37 dias de idade) e crescimento II (38 a 42 dias de idade). A composição e os níveis nutricionais da ração de crescimento II (final) foram os mesmos da ração de crescimento I, porém, sem adição de anticoccidianos e promotores de absorção. As rações foram isonutritivas, com exceção dos níveis de metionina. Os valores nutricionais dos ingredientes e das rações foram os mesmos utilizados pela Empresa Pif-Paf Alimentos. A matriz nutricional dos alimentos utilizados pela empresa (analisados pela Degussa) e empregados nas dietas experimentais se encontram na Tabela 2. Todas as rações foram processadas na própria Pif-Paf Alimentos. A composição das rações inicial, crescimento I e crescimento II, com seus níveis nutricionais calculados, encontram-se nas Tabelas 3 e 4, respectivamente.

Tabela 2 – Matriz nutricional dos alimentos utilizados pela Empresa PIF-PAF Alimentos, analisados pela Degussa e empregados nas dietas experimentais

Ingredientes	Níveis nutricionais						
	EM (kcal/kg)	PB (%)	Ca (%)	P disp (%)	Lis Total (%)	Met Total (%)	Met+Cis Total (%)
Milho	3371	7,80	0,03	0,06	0,23	0,16	0,33
Sorgo	3288	8,80	0,07	0,08	0,21	0,15	0,32
Farelo de soja 46%	2340	46,0	0,22	0,24	2,95	0,65	1,34
Far. de carne 39%	1647	39,0	12,0	6,75	1,50	0,41	0,72
Farinha de vísceras	3045	55,0	6,0	2,94	2,89	0,96	1,49
Farinha de penas	3020	76,0	0,35	0,30	2,36	0,54	4,54
Far. de carne suína	2099	44,6	7,60	3,55	2,21	0,57	0,99
Gordura de frango	8600	-	-	-	-	-	-
MHA 82%*	3757	47,4	-	-	-	82,0	82,0
DL-metionina (98%)	5020	58,1	-	-	-	98,0	98,0
L-lisina	3990	95,6	-	-	78,0	-	-
Biolys	4070	75,0	-	0,16	50,7	-	-
Calcário calcítico	-	-	38,0	-	-	-	-

EM (kcal/kg) = energia metabolizável (kcal/kg)
PB (%) = proteína bruta (%)
Ca (%) = cálcio (%)
P disp (%) = fósforo disponível (%)
Lis Total (%) = lisina total (%)
Met Total (%) = metionina total (%)
Met +Cis Total (%) = metionina + cistina total (%)
* Metionina hidróxi-análoga (82%)

Tabela 3 - Composição percentual e níveis nutricionais calculados das rações iniciais

Ingredientes	Inicial			
	Tratamento A	Tratamento B	Tratamento C	Tratamento D
Milho	60,16	60,16	60,16	60,16
Farelo de soja 46%	33,62	33,62	33,62	33,62
Farinha de carne 39%	3,47	3,47	3,47	3,47
Gordura de frango	0,65	0,65	0,65	0,65
MHA 82%*	0,27	0	0	0,21
DL-metionina (98%)	0	0,22	0,17	0
L-lisina	0,07	0,07	0,07	0,07
L-treonina 98%	0,02	0,02	0,02	0,02
Calcário calcítico	0,82	0,82	0,82	0,82
Inerte	0	0,04	0,09	0,06
Sal comum	0,40	0,40	0,40	0,40
Supl. vit. min.[1]	0,50	0,50	0,50	0,50
TOTAL (%)	100,00	100,00	100,00	100,00
Níveis nutricionais				
PB (%)	22,06	22,06	22,06	22,06
EM (kcal/kg)	2950	2950	2950	2950
Ca (%)	0,92	0,92	0,92	0,92
P disp. (%)	0,45	0,45	0,45	0,45
Lis. total (%)	1,26	1,26	1,26	1,26
Met. total (%)	0,55	0,55	0,50	0,50
Met + cis total (%)	0,90	0,90	0,85	0,85
Sódio (%)	0,20	0,20	0,20	0,20

[1]Suplemento vitamínico mineral. Cada 1,0 kg contém: vit. A 13.685 UI, vit. D3 3.157 UI, vit. E 35 mg, vit. K3 4.410 mg, vit. B1 2.415 mg, vit. B2 8,6 mg, vit. B6 5.460 mg, vit. B12 21.315 mg, biotina 96.250 mg, niacina 53.900 mg, ácido fólico 1.228,5 mg, ácido pantotênico 13.860 mg, colina 1.760,08 mg, selênio 297,5 mg, iodo 1.000 mg, ferro 30.000 mg, cobre 10.000 mg, manganês 90.000 mg, zinco 80.000 mg, BHT 19.250 mg, narasin 40 mg, nicarbazina 60 mg, lincomicina 13,2 mg, ronozyme (fitase) 750 FTU.
* Metionina hidróxi-análoga 82%

Tabela 4 - Composição percentual e níveis nutricionais calculados das rações de crescimento I e crescimento II

Ingredientes	Crescimento I e Crescimento II			
	Tratamento A	Tratamento B	Tratamento C	Tratamento D
Milho	53,15	53,15	53,15	53,15
Sorgo	14,00	14,00	14,00	14,00
Farelo de soja 46%	20,80	20,80	20,80	20,80
Farinha de carne 39%	1,12	1,12	1,12	1,12
Farinha de vísceras	2,50	2,50	2,50	2,50
Farinha de penas	2,00	2,00	2,00	2,00
Farinha de carne suína	2,00	2,00	2,00	2,00
Gordura de frango	2,05	2,05	2,05	2,05
MHA 82%*	0,25	0	0	0,19
DL-metionina (98%)	0	0,21	0,16	0
Biolys	0,46	0,46	0,46	0,46
L-treonina 98%	0,06	0,06	0,06	0,06
Calcário calcítico	0,75	0,75	0,75	0,75
Inerte	0,09	0,09	0,09	0,09
Sal comum	0,35	0,35	0,35	0,35
Supl. vit. min.[1]	0,50	0,50	0,50	0,50
TOTAL (%)	100,00	100,00	100,00	100,00
Níveis nutricionais				
PB (%)	20,35	20,35	20,35	20,35
EM (kcal/kg)	3150	3150	3150	3150
Ca (%)	0,90	0,90	0,90	0,90
P disp. (%)	0,42	0,42	0,42	0,42
Lis. total (%)	1,19	1,19	1,19	1,19
Met. total (%)	0,49	0,49	0,44	0,44
Met + cis total (%)	0,88	0,88	0,83	0,83
Sódio (%)	0,20	0,20	0,20	0,20

[1]Suplemento vitamínico mineral. Cada 1,0 kg contém: vit. A 9.775 UI, vit. D3 2.255 UI, vit. E 25 mg, vit. K3 3.150 mg, vit. B1 1.725 mg, vit. B2 6,2 mg, vit. B6 3.900 mg, vit. B12 15.225 mg, biotina 68.750 mg, niacina 38.500 mg, ácido fólico 877,5 mg, ácido pantotênico 9.900 mg, colina 1.546,3 mg, selênio 212,5 mg, iodo 1.000 mg, ferro 30.000 mg, cobre 10.000 mg, manganês 90.000 mg, zinco 80.000 mg, BHT 13.750 mg, salinomicina 66 mg, lincomicina 13,2 mg, ronozyme (fitase) 750 FTU.

* Metionina hidróxi-análoga 82%

3.5 Tratamentos

Os tratamentos definidos pelos planos nutricionais - plano normal e reduzido de aminoácidos sulfurados totais (AAST) e fontes de metionina – DL-metionina (98%) e MHA (bioequivalência de 82% da DL-metionina) estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Descrição dos tratamentos de acordo com os planos, fontes de metionina e fases de criação

Tratamento	Plano	Inicial		Crescimento I e II	
		AAST	Fonte[1]	AAST	Fonte[1]
A	Normal	0,90	MHA	0,88	MHA
B	Normal	0,90	DLM	0,88	DLM
C	Reduzido	0,85	DLM	0,83	DLM
D	Reduzido	0,85	MHA	0,83	MHA

[1]DLM = DL-metionina
MHA = Metionina hidróxi-análoga

3.6 Desempenho produtivo

3.6.1 Peso corporal/ganho de peso

Todas as aves foram pesadas com 1, 7, 21, 37 e 42 dias de idade. O ganho de peso foi calculado descontando-se o peso inicial dos pintos ao alojamento. Nessas idades, todas as aves foram pesadas com papo cheio, ou seja, não foram submetidas a jejum de ração.

3.6.2 Consumo de ração

O consumo de ração foi obtido a partir da quantidade de ração oferecida na semana, subtraindo-se a sobra no final de cada semana e ao final de cada fase de criação. Para o cálculo do consumo de ração, foi considerado o número de aves mortas na semana.

3.6.3 Conversão alimentar

O cálculo de conversão alimentar foi feito com base no consumo médio de ração e o ganho médio de peso das aves ao final de cada fase de criação.

3.6.4 Taxa de viabilidade

O número de aves mortas foi registrado diariamente e fez-se o cálculo da porcentagem de mortalidade. A partir dessa taxa, calculou-se a porcentagem de viabilidade (100 menos a percentagem de mortalidade).

3.7 Rendimento de carcaça

3.7.1 Amostragem das aves para abate

Foram abatidos 96 frangos, sendo quatro de cada box (quatro frangos de cada repetição). Essas amostras foram coletadas aleatoriamente. Portanto, foram abatidos 24 frangos por tratamento, tendo, para as análises estatísticas, cada frango sido considerado como uma repetição.

O abate ocorreu quando os frangos estavam com 43 dias de idade. Antes do abate, os frangos foram identificados e submetidos a jejum de ração de 10 horas, quando foram individualmente pesados na plataforma do abatedouro. Os procedimentos de abate foram os mesmos adotados em um abatedouro industrial, de acordo com as normas do SIF.

Para a avaliação do rendimento de carcaça, foi considerado o peso da carcaça quente (sem passagem pelo chiller), eviscerada (com pés, cabeça e pescoço) em relação ao peso vivo em jejum obtido antes do abate. Na avaliação dos demais cortes (coxa+sobrecoxa, peito, dorso, asa, pés/cabeça/pescoço), o rendimento foi considerado em relação ao peso da carcaça quente eviscerada.

Após 2 horas de armazenamento da carcaça em um túnel de congelamento (-35°C), a gordura abdominal foi extraída e pesada. A porcentagem de gordura abdominal foi calculada em relação ao peso da carcaça eviscerada.

3.8 Composição das carcaças

3.8.1 Preparo das amostras

Foram coletadas seis carcaças por tratamento (uma por repetição) com as respectivas vísceras (papo, proventrículo, moela, intestinos delgado e grosso), exceto os fígados (coletados separadamente), para análises laboratoriais de matéria seca a 105°C (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM) das carcaças e análises de matéria seca (MS) e extrato etéreo (EE) das respectivas vísceras, com os fígados analisados separadamente.

As carcaças inteiras (sem cabeça e pés), com as respectivas vísceras e fígados, foram pesadas e embaladas em sacos plásticos, identificadas de acordo com os tratamentos e repetições e armazenadas em freezer convencional. Cada carcaça inteira foi moída individualmente, uma única vez, em um moedor de carne convencional e posteriormente homogeneizada manualmente por cerca de 5 minutos para coleta de amostra. As amostras foram pesadas, acondicionadas em bandejas de alumínio devidamente identificadas e logo colocadas em estufa de ventilação forçada (65°C), durante 72 horas, para uma pré-secagem (Brasil, 1999). Após a pré-secagem, o material foi exposto à temperatura ambiente por 2 horas e, em seguida, pesado. Por se tratar de um material rico em gordura, o mesmo foi processado em um multiprocessador comercial (Arno), após pré-seco, para as análises laboratoriais. Para preparo das amostras de vísceras, utilizou-se o mesmo procedimento anterior. Para preparo das amostras de fígados, estes foram processados em um multiprocessador comercial (Arno), pré-secos segundo a metodologia citada anteriormente e, em seguida, as amostras foram moídas, a 1mm de tamanho de partícula, em moinho tipo Willey (Willey Mill Company).

Após os procedimentos citados, as amostras foram armazenadas em potes plásticos e acondicionadas em câmara fria (-18°C) até o momento de realização das análises.

3.8.2 Análises físico-químicas

3.8.2.1 Matéria seca

Nos materiais pré-secos e processados da carcaça inteira, vísceras e fígados, foram determinados os valores de matéria seca em estufa de 105°C, até peso constante (Brasil, 1999).

3.8.2.2 Proteína bruta

Nos materiais pré-secos e processados da carcaça inteira foram determinados os valores de proteína bruta pelo método de Kjeldahl, considerando, para a conversão de nitrogênio em proteína bruta, o fator de correção de 6,25 (Brasil, 1999).

3.8.2.3 Matéria mineral

Nos materiais pré-secos e processados da carcaça inteira foram determinados os valores de matéria mineral por meio de uma pré-queima inicial em bico de gás e, em seguida, incineração em mufla, a 550°C (Brasil, 1999).

3.8.2.4 Extrato etéreo

Nos materiais pré-secos e processados da carcaça inteira, vísceras e fígados, foram determinados os valores de extrato etéreo pelo método de "extração etérea em meio ácido", sendo as amostras previamente submetidas à hidrólise ácida (Brasil, 1999).

3.9 Delineamento experimental

Para avaliação do desempenho foi utilizado um arranjo fatorial 2x2 (duas fontes – MHA e DL-metionina e dois planos – normal e reduzido), em delineamento inteiramente ao acaso, constituído por quatro tratamentos

com seis repetições de 35 aves cada. Para a avaliação dos rendimentos de carcaça inteira, cortes (coxa + sobrecoxa, peito, dorso, asa, cabeça/pés/pescoço) e porcentagem de gordura abdominal, o arranjo e o delineamento foram os mesmos, sendo constituídos por 4 tratamentos com 24 repetições cada, sendo cada ave considerada como uma repetição. Para as análises laboratoriais, o arranjo foi um fatorial 2x2 e o delineamento inteiramente ao acaso constituído por 4 tratamentos e 6 repetições cada, sendo cada ave, víscera ou fígado considerada como uma repetição.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as diferenças entre as médias analisadas pelo teste de Student-Newman-Keuls. O modelo estatístico, de acordo com Sampaio (2002), foi o seguinte:

$Y_{ijk} = u + P_i + F_j + (PF)_{ij} + e_{ijk}$, em que:

Y_{ijk} = valor esperado da repetição k, referente ao fator Pi (planos nutricionais) combinado com o fator Fj (fontes de metionina);
u = média geral
Pi = efeito do fator Pi (planos nutricionais), i=1,2;
Fj = efeito do fator Fj (fontes de metionina), j=1,2;
(PF)ij = interação entre os fatores anteriores;
eijk = erro inerente à repetição k, da combinação do fator Pi com o fator Fj

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Desempenho de 1 a 7 dias de idade

No alojamento, o peso inicial médio dos pintos por tratamento foi de 45,2g para o tratamento A; 45,3g para o tratamento B; 45,1g para o tratamento C e 44,7g para o tratamento D.

4.1.1 Consumo de ração de 1 a 7 dias de idade

Os dados de consumo de ração de 1 a 7 dias, apresentados na Tabela 6, demonstram que houve interação ($P \leq 0,01$) entre fontes e planos nutricionais. Não houve diferença no consumo de ração entre as fontes no plano normal ($P > 0,05$), porém, no plano reduzido, houve maior consumo ($P \leq 0,05$) quando os pintos receberam a ração com DL-metionina, provavelmente porque a bioequivalência, para esta fase, da MHA em relação à DL-metionina é maior que os 82% estabelecidos, não havendo, dessa forma, deficiência para as rações com a MHA.

Houve diferença no consumo ao se utilizar a DL-metionina, tendo o consumo sido maior no plano reduzido de AAST. O aumento no consumo pode ser explicado, pois, em dietas levemente deficientes em metionina, observa-se aumento do consumo de ração, segundo Summers e Leeson (1985). Porém, o consumo de ração com a MHA foi maior com o nível normal de AAST, demonstrando que não houve deficiência nas rações com o plano reduzido.

Tabela 6 – Consumo de ração (g) de 1 a 7 dias de idade das aves, em função do plano e da fonte de metionina utilizados

Fontes[1]	Planos		Médias
	Normal	Reduzido	
DL-met	168,25 Ab	175,43 Aa	171,84
MHA	170,00 Aa	163,17 Bb	166,59
Médias	169,12	169,30	

Médias seguidas de letras desiguais, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si ($P \leq 0,05$)
[1] DL-met = DL-metionina (98%)/MHA = metionina hidróxi-análoga (82%)
CV (%) = 2,8

4.1.2 Ganho de peso de 1 a 7 dias de idade

Os dados de ganho de peso das aves de 1 a 7 dias estão apresentados na Tabela 7. Não houve efeito (P>0,05) das fontes, planos ou interação para o ganho de peso de um a sete dias de idade das aves (Tabela 7).

Tabela 7 – Ganho de peso (g) de 1 a 7 dias de idade das aves, em função do plano e da fonte de metionina utilizados

Fontes[1]	Médias
DL-met	154,2
MHA	152,0
Planos	Médias
Normal	153,7
Reduzido	152,6

[1] DL-met = DL-metionina (98%)/MHA = metionina hidróxi-análoga (82%)
CV (%) = 2,7

4.1.3 Conversão alimentar de 1 a 7 dias de idade

Para conversão alimentar houve interação (P≤0,01) entre fontes e planos (Tabela 8). Para os pintos alimentados com DL-metionina no plano normal, a conversão alimentar foi melhor, porém, com a utilização da MHA, a conversão alimentar foi melhor para o plano reduzido. Isso foi devido ao comportamento do consumo de ração e a ausência de diferença no ganho de peso das aves nesta fase.

Tabela 8 – Conversão alimentar de 1 a 7 dias de idade das aves, em função do plano e da fonte de metionina utilizados

Fontes[1]	Planos		Médias
	Normal	Reduzido	
DL-met	1,08 Aa	1,15 Bb	1,115
MHA	1,12 Bb	1,07 Aa	1,096
Médias	1,101	1,110	

Médias seguidas de letras desiguais, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si (P≤0,05)
[1] DL-met = DL-metionina (98%) / MHA = metionina hidróxi-análoga (82%)
CV (%) = 2,5

4.1.4 Viabilidade de 1 a 7 dias de idade

Não houve efeito (P>0,05) das fontes, planos nutricionais ou interação para a viabilidade de 1 a 7 dias de idade das aves (Tabela 9). Esses resultados estão de acordo com Daenner e Bessei (2003) que, utilizando as duas fontes de metionina com diferentes níveis de suplementação, não observaram diferenças na mortalidade das aves nas duas primeiras semanas de vida.

Tabela 9 – Viabilidade (%) de 1 a 7 dias de idade das aves, em função do plano e da fonte de metionina utilizados

Fontes[1]	Médias
DL-met	100,00
MHA	99,52
Planos	Médias
Normal	100,00
Reduzido	99,52

[1] DL-met = DL-metionina (98%) / MHA = metionina hidróxi-análoga (82%)
CV (%) = 0,74

4.2 Desempenho de 1 a 21 dias de idade

4.2.1 Consumo de ração de 1 a 21 dias de idade

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 10, observa-se que não houve efeito (P>0,05) das fontes, planos ou interação para o consumo de ração, de 1 aos 21 dias de idade das aves. Isso demonstra que, em relação ao consumo de ração para a fase inicial, a bioequivalência de 82% entre as fontes utilizadas foi adequada e que o nível reduzido de AAST não afetou o consumo.

Tabela 10 – Consumo de ração (g) de 1 a 21 dias de idade das aves, em função do plano e da fonte de metionina utilizados

Fontes[1]	Médias
DL-met	1351,9
MHA	1336,6
Planos	Médias
Normal	1350,4
Reduzido	1338,1

[1] DL-met = DL-metionina (98%)/MHA = metionina hidróxi-análoga (82%)
CV (%) = 2,14

Em relação às fontes, os resultados deste experimento estão de acordo com os encontrados por Wauldroup et al. (1981), Garlich (1985) e Meirelles et al. (2003) e Visentini et al. (2005). Porém, discorda das observações de Bunchasak e Keawarun (2006) que, comparando as duas fontes, encontraram maior consumo de ração das aves que receberam a MHA, na fase inicial.

Em relação a planos, esses resultados estão de acordo com os encontrados por Silva et al. (1996), que utilizaram diferentes níveis de metionina + cistina em rações com 20% de proteína bruta e 3.100 kcal EM/kg. Também estão de acordo com os resultados de Oliveira Neto et al. (2000), Atencio et al. (2004) e Silva Junior et al. (2005), que não observaram efeito significativo de níveis de metionina no consumo de ração. No entanto, Wheeler e Latshaw (1981) e Scheurmann et al. (1995) relataram que o aumento dos níveis de AAST provocou diminuição do consumo de ração das aves.

4.2.2 Ganho de peso de 1 a 21 dias de idade

Os dados de ganho de peso das aves de 1 a 21 dias de idade se encontram na Tabela 11. Para esses resultados houve interação (P≤0,05) entre fontes e planos para o ganho de peso das aves de 1 a 21 dias de idade. Com o plano normal, houve maior ganho de peso quando os frangos foram alimentados com as rações contendo a DL-metionina. Uma possível explicação para tal fato seria que a bioequivalência da MHA em relação à DL-metionina foi maior que os 82% utilizados, sendo fornecidos níveis superiores a 0,90% de AAST com a MHA, que prejudicariam o desempenho. Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Edmonds & Baker (1987) que, ao trabalharem com frangos de corte machos no período de 1 a 21 dias de idade, verificaram que o excesso de metionina em ração à base de milho e farelo de soja reduziu o ganho de peso das aves. Porém, diferem das observações de Han e Baker (1993) de que o excesso de AAST na ração não influenciou negativamente os resultados de ganho de peso de frangos de corte, no período de 1 a 21 dias de idade.

Para o plano reduzido não houve diferença estatística entre as fontes, o que está de acordo com resultados de Wauldroup et al. (1981), Van Weerden et al. (1983), Garlich (1985) e Visentini et al. (2005) que, trabalhando com frangos de corte e utilizando duas fontes de metionina (DL-metionina e MHA-FA), não encontraram diferenças significativas para ganho de peso no mesmo nível de suplementação. Porém, discorda dos resultados obtidos por Meirelles et al. (2003), que encontraram maior ganho de peso das aves que receberam a DL-metionina e de Bunchasak e

Keawarun (2006) que, comparando as duas fontes, encontraram maior ganho de peso das aves que receberam a MHA, aos 21 dias de idade.

Quanto aos planos, os pintos que receberam as rações com a DL-metionina tiveram maior ganho de peso com o plano normal, demonstrando que o plano reduzido não foi adequado para esta fase. Esses resultados estão de acordo com o trabalho de Albino et al. (1999), que observaram que os níveis de AAST influenciaram de forma quadrática no ganho de peso das aves, encontrando maior eficiência ao utilizar o nível de 0,913% de AAST. Porém, Oliveira Neto et al. (2000) não constataram aumento no ganho de peso a partir de 0,86% de AAST. Quando as aves foram alimentadas com MHA, não houve diferença de ganho de peso entre os planos.

Tabela 11 – Ganho de peso (g) de 1 a 21 dias de idade das aves, em função do plano e da fonte de metionina utilizados

Fontes[1]	Planos		Médias
	Normal	Reduzido	
DL-met	1025,5 Aa	991,7 Ab	1008,6
MHA	992,6 Ba	1000,5 Aa	996,5
Médias	1009,0	996,1	

Médias seguidas de letras desiguais, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si (P≤0,05)
[1] DL-met = DL-metionina (98%) / MHA = metionina hidróxi-análoga (82%)
CV (%) = 2,17

4.2.3 Conversão alimentar de 1 a 21 dias de idade

Os resultados de conversão alimentar, no período de 1 a 21 dias de idade, são apresentados na Tabela 12. A interação entre fontes e planos foi significativa (P≤0,01).

Dentro de planos, não houve diferença entre as fontes, embora fosse esperada uma pior conversão alimentar das aves que receberam a MHA com plano normal de AAST, pois estas apresentaram menor ganho de peso. Os resultados estão de acordo com os de Wauldroup et al. (1981), Van Weerden et al. (1983), Garlich (1985), Meirelles et al. (2003) e Visentini et al. (2005) que, ao trabalharem com as duas fontes de metionina, não encontraram diferenças significativas entre elas. Entretanto, são contrários aos resultados obtidos por Huyghebaert (1993) que, ao realizar estudos para avaliar a eficácia da MHA em relação à DL-metionina, verificaram que a MHA foi menos eficaz que a DL-metionina, em termos de conversão alimentar.

Com o uso da DL-metionina, a conversão alimentar foi melhor para o plano normal (P≤0,05), refletindo o maior ganho de peso e o mesmo consumo de ração das aves que a receberam. Os resultados deste experimento estão de acordo com os de Atencio et al. (2004) que utilizaram diferentes níveis de aminoácidos sulfurados nas dietas experimentais e estimaram 0,907% de AAST para melhor conversão alimentar. Silva Junior et al. (2005) observaram efeito quadrático dos níveis de metionina + cistina total, estimando o nível de 0,93% para melhor conversão alimentar. Porém, Albino et al. (1999) encontraram que o nível intermediário de 0,87% de AAST foi o mais satisfatório para machos Ross, de 1 a 21 dias de idade, para maximização da conversão alimentar. É importante salientar que, quando o frango de corte ingere uma dieta deficiente em metionina + cistina, a síntese protéica torna-se limitada, resultando em ineficiente utilização dos demais aminoácidos, podendo ser esta uma explicação para a piora na conversão alimentar das aves que receberam rações com DL-metionina com o plano reduzido de AAST.

Ao utilizar a MHA, não houve diferença entre os planos, por não haver diferenças no ganho de peso e no consumo de ração das aves que receberam essas dietas.

Tabela 12 – Conversão alimentar de 1 a 21 dias de idade das aves, em função do plano e da fonte de metionina utilizados

Fontes[1]	Planos		Médias
	Normal	Reduzido	
DL-met	1,328 Aa	1,353 Ab	1,341
MHA	1,349 Aa	1,333 Aa	1,341
Médias	1,339	1,343	

Médias seguidas de letras desiguais, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si (P≤0,05)
[1] DL-met = DL-metionina (98%) / MHA = metionina hidróxi-análoga (82%)
CV (%) = 1,31

4.2.4 Viabilidade de 1 a 21 dias de idade

Para a viabilidade de 1 a 21 dias de idade das aves (Tabela 13) não houve efeito significativo (P>0,05) das fontes, planos ou interação. Esses resultados estão de acordo com os de Bunchasak e Keawarun (2006) que, trabalhando com as duas fontes, com uma bioequivalência de 80% da MHA em relação à DL-metionina, não encontraram diferenças na mortalidade das aves para este período.

Tabela 13 – Viabilidade (%) de 1 a 21 dias de idade das aves, em função do plano e da fonte de metionina utilizados

Fontes[1]	Médias
DL-met	99,29
MHA	98,33
Planos	Médias
Normal	99,05
Reduzido	98,60

[1] DL-met = DL-metionina (98%) / MHA = metionina hidróxi-análoga (82%)
CV (%) = 1,94

4.3 Desempenho de 1 a 37 dias de idade

4.3.1 Consumo de ração de 1 a 37 dias de idade

Os resultados de consumo de ração de um a 37 dias de idade estão apresentados na Tabela 14. Não houve efeito de fontes, planos ou interação para o consumo de ração, de 1 a 37 dias de idade das aves (P>0,05).

Tabela 14 – Consumo de ração (g) de 1 a 37 dias de idade das aves, em função do plano e da fonte de metionina utilizados

Fontes[1]	Médias
DL-met	4222,6
MHA	4190,7
Planos	Médias
Normal	4214,7
Reduzido	4198,5

[1] DL-met = DL-metionina (98%) / MHA = metionina hidróxi-análoga (82%)
CV (%) = 1,80

Em relação a fontes, os resultados estão de acordo com os de Van Weerden et al. (1983) que, em dois experimentos com frangos de corte de 1 a 38 dias de idade, comparando a MHA-FA (88%) em relação à DL-metionina, não observaram diferenças no consumo de ração entre as fontes.

Em relação aos planos, os resultados foram semelhantes aos de Schutte e Pack (1995) que, em dois experimentos com frangos Ross, utilizando níveis de 0,79% a 0,95% de AAST de 14 a 34 dias de idade e 0,82% a 0,94% de AAST de 14 a 38 dias de idade, não encontraram diferenças no consumo de ração entre os níveis. Também estão de acordo com os de Atencio et al. (2004) que trabalharam com níveis de AAST para frangos de corte machos de 24 a 38 dias de idade, variando de 0,788% a 0,956% e não observaram efeito significativo no consumo, devido aos níveis de AAST.

4.3.2 Ganho de peso de 1 a 37 dias de idade

Os dados de ganho de peso não revelaram diferenças significativas (P>0,05) entre os tratamentos (Tabela 15).

Tabela 15 – Ganho de peso (g), de 1 a 37 dias de idade das aves, em função do plano e da fonte de metionina utilizados

Fontes[1]	Médias
DL-met	2696,8
MHA	2706,6
Planos	Médias
Normal	2721,3
Reduzido	2682,1

[1] DL-met = DL-metionina (98%)/MHA = metionina hidróxi-análoga (82%)
CV (%) = 1,76

Quanto a fontes, os resultados foram semelhantes aos de Van Weerden et al. (1983) que, em dois experimentos com frangos de corte de 1 a 38 dias de idade, comparando a MHA-FA (88%) em relação à DL-metionina, não observaram diferenças no ganho de peso das aves recebendo as diferentes fontes. Também são semelhantes aos de Esteve-Garcia e Llauradó (1997) que, comparando as duas fontes, para frangos de corte machos de 7 a 35 dias de idade, não encontraram diferenças significativas para o ganho de peso.

Quanto a planos, esses resultados estão de acordo com Schutte e Pack (1995) que, ao utilizarem níveis de 0,79% a 0,95% de AAST para frangos de 14 a 34 dias de idade e 0,77% a 0,94% de AAST para frangos de 14 a 38 dias de idade, não encontraram diferenças no ganho de peso entre os níveis. Porém, estão em desacordo com os de Atencio et al. (2004) que, avaliando frangos de corte machos de 24 a 38 dias de idade, observaram exigência de 0,844% de AAST para máximo ganho de peso.

4.3.3 Conversão alimentar de 1 a 37 dias de idade

No período de 1 a 37 dias de idade dos frangos, a conversão alimentar (Tabela 16) não foi influenciada pelos tratamentos (P>0,05).

Tabela 16 – Conversão alimentar de 1 a 37 dias de idade das aves, em função do plano e da fonte de metionina utilizados

Fontes[1]	Médias
DL-met	1,566
MHA	1,548
Planos	Médias
Normal	1,549
Reduzido	1,565

[1]DL-met = DL-metionina (98%) / MHA = metionina hidróxi-análoga (82%)
CV (%) = 1,43

Para fontes, os resultados deste experimento estão de acordo com os de Esteve-Garcia e Llauradó (1997) que, comparando as duas fontes, para frangos de corte machos de 7 a 35 dias de idade, não encontraram diferenças significativas para a conversão alimentar. Mas não estão de acordo com os de Van Weerden et al. (1983) nos quais os frangos de corte, de 1 a 38 dias de idade, quando alimentados com a DL-metionina, apresentaram melhor conversão alimentar do que aqueles que receberam a MHA-FA (88%).

Em relação a planos, esses resultados foram semelhantes aos de Schutte e Pack (1995) que utilizaram níveis de 0,85% a 0,91% de AAST para frangos de 14 a 34 dias de idade e 0,82% a 0,94% de AAST para frangos de 14 a 38 dias de idade, e não encontraram diferenças na conversão alimentar entre os níveis. Porém, segundo Atencio et al. (2004), no período 24 a 38 dias de idade dos frangos, o nível de 0,85% de AAST foi mais adequado para se obter a melhor conversão alimentar.

4.3.4 Viabilidade de 1 a 37 dias de idade

Os planos e ou fontes de metionina não tiveram efeitos significativos (P>0,05) sobre a taxa de viabilidade de 1 a 37 dias de idade (Tabela 17). Esses resultados estão de acordo com os de Daenner e Bessei (2003) que, utilizando as duas fontes de metionina com diferentes níveis de suplementação, não observaram diferenças na mortalidade das aves, de 1 a 33 dias de idade.

Tabela 17 – Viabilidade (%) de 1 a 37 dias de idade das aves, em função do plano e da fonte de metionina utilizados

Fontes[1]	Médias
DL-met	95,95
MHA	94,40
Planos	Médias
Normal	95,00
Reduzido	95,34

[1] DL-met = DL-metionina (99%) / MHA = metionina hidróxi-análoga (82%)
CV (%) = 3,3

4.4 Desempenho de 1 a 42 dias de idade

4.4.1 Consumo de ração de 1 a 42 dias de idade

Não houve efeito de fontes, planos ou interação (P>0,05) para o consumo de ração de 1 a 42 dias de idade das aves (Tabela 18). Isso demonstra que, em relação ao consumo de ração, a bioequivalência de 82% entre as fontes utilizadas foi adequada e que o plano reduzido de AAST não afetou o consumo.

Com relação às fontes, Wauldroup et al. (1981), Garlich (1985) e Meirelles et al. (2003), trabalhando com frangos de corte, compararam as duas fontes de metionina (DL-metionina e MHA-FA) e não encontraram diferenças de consumo de ração das aves entre as fontes, aos 42 dias de idade. Visentini et al. (2005) também avaliaram o efeito de níveis de substituição da DL-metionina pela MHA-FA (88%) para frangos de corte machos Ross e não encontraram diferenças significativas entre as duas fontes para o consumo de ração de 1 a 44 dias de idade das aves.

Para planos nutricionais, os resultados estão de acordo com os de Whitaker et al. (2002) que, ao utilizaram dietas com 0,38%, 0,42%, 0,46%, 0,50% e 0,54% de DL-metionina, não observaram efeito do aumento do nível de metionina da dieta sobre o consumo de ração. Também, Silva et al. (1996) e Amarante Junior et al. (2005) não encontraram diferenças significativas no consumo de ração, ao utilizarem dietas com diferentes níveis de metionina. Porém, esses resultados estão em desacordo com os de Rodrigueiro et al. (2000) que, ao utilizarem rações contendo 19,5% de PB e 3150 kcal EM/kg com níveis de 0,63%, 0,69%, 0,75%, 0,81%, 0,87% e 0,93% de AAST para frangos de corte Hubbard, no período de 22 a 42 dias de idade, observaram que o consumo de ração foi influenciado de forma linear para ambos os sexos, diminuindo à medida que se elevou o nível de AAST na ração. Também, segundo Wheeler e Latshaw (1981) e Silva Junior et al. (2005), o aumento do nível de AAST na ração resulta em uma diminuição do consumo de ração.

Tabela 18 – Consumo de ração (g) de 1 a 42 dias de idade das aves, em função do plano e da fonte de metionina utilizados

Fontes[1]	Médias
DL-met	5392,9
MHA	5334,1
Planos	Médias
Normal	5355,8
Reduzido	5371,2

[1] DL-met = DL-metionina (98%) / MHA = metionina hidróxi-análoga (82%)
CV (%) = 1,915

4.4.2 Ganho de peso de 1 a 42 dias de idade

De acordo com os dados de ganho de peso de 1 a 42 dias de idade apresentados na Tabela 19, constata-se que não houve efeito

de fontes, planos e nem interação (P>0,05). Isso demonstra que, em relação ao ganho de peso, a bioequivalência de 82% entre as fontes utilizadas foi adequada e que o plano reduzido de AAST não afetou o ganho de peso.

Tabela 19 – Ganho de peso (g) de 1 a 42 dias de idade das aves, em função do plano e da fonte de metionina utilizados

Fontes[1]	Médias
DL-met	3284,8
MHA	3271,9
Planos	Médias
Normal	3291,2
Reduzido	3265,5

[1] DL-met = DL-metionina (98%) / MHA = metionina hidróxi-análoga (82%)
CV (%) = 1,64

Quanto às fontes, Wauldroup et al. (1981), Garlich (1985), Meirelles et al. (2003), Visentini et al. (2005) e Bunchasak e Keawarun (2006), trabalhando com frangos de corte, compararam as duas fontes de metionina (DL-metionina e MHA-FA) e não encontraram diferenças de ganho de peso, pelas aves, entre as fontes para o período total estudado.

Em relação a planos nutricionais, estes resultados estão de acordo com os de Whitaker et al. (2002) que utilizaram dietas com 0,385%, 0,42%, 0,46%, 0,50% e 0,54% de DL-metionina e não observaram efeito do nível de metionina da dieta sobre o ganho de peso. Estão de acordo também com os resultados obtidos por Amarante Junior et al. (2005) que, avaliando frangos de corte machos da linhagem Ross, dos 22 a 42 dias de idade, não encontraram diferenças significativas no ganho de peso das aves recebendo níveis de 0,824% e 0,864% de AAST nas dietas. Porém, segundo Albino et al. (1999), o nível de 0,82% de AAST proporcionou um máximo ganho de peso de frangos de corte machos Ross, com piora no ganho com níveis acima deste (0,88% e 0,94%). Rodrigueiro et al. (2000) e Silva Junior et al. (2005), trabalhando com frangos de corte, encontraram, para o maior ganho de peso das aves, uma exigência de 0,88% e 0,89% de AAST, respectivamente, para o período de 22 a 42 dias de idade das aves.

4.4.3 Conversão alimentar de 1 a 42 dias de idade

Não houve efeito de fonte e a interação não foi significativa (P>0,05) para a conversão alimentar de 1 a 42 dias de idade das aves (Tabela 20). Resultados semelhantes foram encontrados por Wauldroup et al. (1981), Garlich (1985), Visentini et al. (2005) e Bunchasak e Keawarun (2006) que, comparando as duas fontes de metionina (DL-metionina e MHA-FA) para frangos de corte, não encontraram diferenças na conversão alimentar. Porém, Meirelles et al. (2003), comparando as duas fontes (DL-metionina e MHA – 88%) para frangos de corte machos Ross de 1 a 47 dias de idade, encontraram melhor conversão alimentar para as aves que receberam a DL-metionina.

Houve efeito (P≤0,05) do plano nutricional para a conversão alimentar de 1 a 42 dias de idade das aves (Tabela 20). A melhor conversão alimentar foi alcançada pelas aves que receberam o plano normal, devido a um maior ganho de peso e menor consumo de ração, embora não significativos, das aves que receberam essa dieta.

Tabela 20 – Conversão alimentar de 1 a 42 dias de idade das aves, em função do plano e da fonte de metionina utilizados

Fontes[1]	Médias
DL-met	1,642 A
MHA	1,630 A
Planos	Médias
Normal	1,627 A
Reduzido	1,645 B

Médias seguidas de letras desiguais na coluna diferem entre si (P≤0,05)
[1] DL-met = DL-metionina (98%) / MHA = metionina hidróxi-análoga (82%)
CV (%) = 1,07

Estes resultados estão de acordo com os de Schutte e Pack (1995) que estimaram o

mínimo de 0,88% de AAST para melhor conversão alimentar e com os de Rodrigueiro et al. (2000) que encontraram uma exigência de 0,89% de AAST para a melhor conversão alimentar. Níveis abaixo deste apresentaram pior conversão alimentar. Entretanto, os resultados deste experimento foram contrários aos de Albino et al. (1999) que, avaliando frangos de corte machos Ross, encontraram melhor conversão alimentar com o nível de 0,814% de AAST, que piorou com níveis acima deste (0,88% e 0,94%). Por outro lado, Whitaker et al. (2002), utilizando dietas com 0,38%, 0,42%, 0,46%, 0,50% e 0,54% de DL-metionina, não observaram efeito do nível de metionina da dieta sobre a conversão alimentar.

4.4.4 Viabilidade de 1 a 42 dias de idade

Não houve efeito (P>0,05) de fontes, planos ou interação para a viabilidade de 1 a 42 dias de idade das aves (Tabela 21). Esses resultados são semelhantes aos de Viana et al. (2005) que, utilizando as duas fontes de metionina com diferentes níveis de suplementação, não observaram diferenças na mortalidade das aves, obtendo viabilidade de 91% no período de 1 a 47 dias de idade das aves. Também se assemelham aos de Bunchasak e Keawarun (2006) que, trabalhando com as duas fontes, com uma bioequivalência de 80% da MHA em relação à DL-metionina, não encontraram diferenças na mortalidade das aves de 1 a 42 dias de idade

Tabela 21 – Viabilidade (%) de 1 a 42 dias de idade das aves, em função do plano e da fonte de metionina utilizados

Fontes[1]	Médias
DL-met	95,00
MHA	92,86
Planos	Médias
Normal	93,33
Reduzido	94,52

[1] DL-met = DL-metionina (98%) / MHA = metionina hidróxi-análoga (82%)
CV (%) = 3, 55

4.5 Rendimento de Abate

4.5.1 Rendimentos de carcaça inteira, pés, peito, asas, dorso e gordura abdominal, aos 43 dias de idade das aves

Os resultados de rendimentos de carcaça inteira, pés, peito, asas, dorso e gordura abdominal, aos 43 dias de idade das aves, estão apresentados na Tabela 22.

Pelos dados da Tabela, constata-se que não houve efeito dos tratamentos (P>0,05) sobre rendimento de carcaça, pés, peito, asas e dorso. Para fontes de metionina, os resultados estão de acordo com os de Meirelles et al. (2003), Visentini et al. (2005), Ribeiro et al. (2005) e Bunchasak e Keawarun (2006) que, comparando as duas fontes (DL-metionina e MHA) para frangos de corte machos, não encontraram efeito de fontes para rendimento de carcaça, peito e porcentagem de asas. Contudo, Esteve-Garcia e Llauradó (1997) encontraram maior rendimento de peito ao utilizarem a DL-metionina.

Houve efeito de fonte sobre a porcentagem de gordura abdominal (P≤0,05). As aves que receberam DL-metionina apresentaram menores porcentagens em relação àquelas que receberam a ração com MHA. Os resultados são semelhantes aos encontrados por Esteve-Garcia e Llauradó (1997) que, comparando a resposta das aves às fontes de metionina, observaram efeito significativo para porcentagem de gordura abdominal, tendo os frangos alimentados com DL-metionina apresentado menor teor de gordura abdominal do que aqueles que receberam a MHA. Porém, os mesmos resultados são contrários aos de Meirelles et al. (2003), Visentini et al. (2005) e Bunchasak e Keawarun (2006) que, comparando as duas fontes, para frangos de corte, não constataram diferenças nos teores de gordura abdominal das aves com as diferentes fontes.

Para planos nutricionais, os resultados estão de acordo com os encontrados por Silva et al. (1996), Whitaker et al. (2002) e Atencio et al. (2004) que, utilizando diferentes níveis de AAST, não observaram efeito significativo dos níveis de metionina + cistina sobre o rendimento de carcaça, peito, asas, dorso e gordura abdominal de frangos de corte. Resultados contrários ao deste experimento, porém, foram observados por Moran Jr. (1994), Rodrigueiro et al. (2000) e Silva Junior et al. (2005) que encontraram efeito de níveis de AAST para rendimento de carcaça e gordura abdominal. Schutte e Pack (1995) e Jeroch e Pack (1995), por sua vez, encontraram efeitos de níveis para o rendimento de peito das aves e Amarante Junior et al. (2005) verificaram efeito de AAST sobre o rendimento de carcaça, peito e gordura abdominal.

Tabela 22 – Rendimento de carcaça, porcentagem de pés, peito, asas, dorso e gordura abdominal, aos 43 dias de idade das aves, em função do plano e da fonte de metionina utilizados

Fontes[1]	Rendimento carcaça %	Pés %	Peito %	Asas %	Dorso %	Gordura abdominal %
DL-met	81,14	5,14	36,30	8,19	11,39	1,75 A
MHA	80,74	5,19	36,06	8,23	11,08	1,95 B
Planos						
Normal	80,81	5,21	36,30	8,19	11,28	1,83 A
Reduzido	81,08	5,12	36,06	8,23	11,18	1,87 A
CV (%)	1,28	7,95	4,54	6,87	9,83	21,84

Médias seguidas de letras desiguais na coluna diferem entre si ($P \leq 0,05$)
[1] DL-met = DL-metionina (98%) / MHA = metionina hidróxi-análoga (82%)

4.5.2 Rendimentos de coxas e sobrecoxas, aos 43 dias de idade das aves

Constatou-se interação ($P \leq 0,05$) entre fontes e planos nutricionais ao se avaliar a porcentagem de coxa e sobrecoxa, aos 43 dias de idade das aves (Tabela 23). Para fontes, não houve diferença entre os planos utilizados. Ao se utilizar o plano normal, não houve efeito entre fontes, porém, quando se utilizou o plano reduzido, as aves que receberam a MHA tiveram maiores porcentagens de coxa e sobrecoxa do que aquelas que receberam DL-metionina. Esses resultados são contrários aos de Meirelles et al. (2003), Ribeiro et al. (2005) e Bunchasak e Keawarun (2006) que, comparando as duas fontes para frangos de corte em diferentes níveis de suplementação de metionina, não constataram diferenças na porcentagem de coxa e sobrecoxa das aves com as diferentes fontes.

Em relação a planos nutricionais, os resultados foram semelhantes aos encontrados por Silva et al. (1996), Rodrigueiro et al. (2000), Whitaker et al. (2002), Atencio et al. (2004) e Amarante Junior (2005), que não observaram efeito de níveis de AAST sobre o rendimento de pernas. Porém, Silva Junior et al. (2005) observaram efeito quadrático sobre o rendimento de coxa e sobrecoxa, estimando valores de 0,90% e 0,89% de AAST para maiores rendimentos.

Tabela 23 – Porcentagem de coxa e sobrecoxa, aos 43 dias de idade das aves, em função do plano e da fonte de metionina utilizados

Fontes[1]	Planos		Médias
	Normal	Reduzido	
DL-met	29,45 Aa	28,69 Ba	29,07
MHA	29,21 Aa	29,54 Aa	29,37
Médias	29,34	29,12	

Médias seguidas de letras desiguais, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si (P≤0,05)
[1] DL-met = DL-metionina (98%) / MHA = metionina hidróxi-análoga (82%)
CV (%) = 4,41

.

4.6 Composição das carcaças, vísceras e fígados

Os resultados de composição das carcaças, vísceras e fígados encontram-se na Tabela 24. Por essa tabela, constata-se que não houve interação (P>0,05) entre fontes de metionina e planos nutricionais. Quanto às fontes, não foi verificado efeito para as variáveis analisadas (P>0,05). Os resultados estão de acordo com os de Bunchasak e Keawarun (2006) que compararam a MHA-FA (80%) com a DL-metionina em rações para frangos de corte e não encontraram diferenças na composição química das carcaças.

Tabela 24 – Composição na matéria seca (MS) de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM) na carcaça, e extrato etéreo (EE) nas vísceras e fígados, aos 43 dias de idade das aves, em função do plano e da fonte de metionina utilizados

Fontes[1]	Carcaça				Vísceras		Fígado	
	PB	MM	EE	Umid%	EE	Umid%	EE	Umid%
DL-met	50,4	6,5 A	44,4	63,8	56,6	63,8	24,9	71,4
MHA	50,7	6,5 A	44,9	63,9	58,0	63,1	19,8	72,4
Planos								
Normal	50,1	5,9 B	45,3	63,6	56,8	63,2	23,4	71,7
Reduzido	50,9	7,1 A	44,0	64,1	57,8	63,7	21,3	72,2
CV (%)	4,77	12,36	5,22	1,88	10,35	5,04	30,31	2,86

Médias seguidas de letras desiguais na coluna diferem entre si (P≤0,05)
[1] DL-met = DL-metionina (98%) / MHA = metionina hidróxi-análoga (82%)
Umid% = umidade em porcentagem

Quanto ao plano nutricional, foi verificado um efeito sobre a porcentagem de matéria mineral na carcaça (P≤0,01), tendo as aves que receberam o plano reduzido apresentado maiores porcentagens em relação àquelas com o plano normal. Para as demais variáveis, não houve influência de planos (P>0,05). Na literatura, não foram encontradas informações sobre efeitos de níveis de AAST sobre matéria mineral na carcaça. Com relação às influências de planos nutricionais sobre as demais variáveis, os resultados estão de acordo com os encontrados por Silva et al. (1996) e Whitaker et al. (2002). Porém, de acordo com Albino et al. (1999) e Rodrigueiro et al. (2000), quando se aumenta o nível de AAST nas rações para frangos de corte, especialmente nas rações de crescimento e acabamento, ocorre redução da gordura nas carcaças, o que não aconteceu neste experimento.

5 CONCLUSÕES

A substituição da DL-metionina pela MHA, considerando bioequivalência da MHA em relação à DL-metionina de 82%, não afeta o desempenho de frangos de corte.

O plano nutricional normal melhora a conversão alimentar dos frangos de corte.

A porcentagem de gordura abdominal nos frangos de corte alimentados com DL-metionina é menor do que quando recebem rações cuja fonte de metionina é a MHA.

As fontes e ou planos nutricionais não influenciam os rendimentos e a composição das carcaças, e também não têm efeito sobre a composição de vísceras e fígados dos frangos de corte.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBINO, L.F.T.; SILVA, S.H.M.; VARGAS JR, J.G.V.; ROSTAGNO, H.S.; SILVA, M.A. Níveis de metionina + cistina para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade. Revista Brasileira de Zootecnia, 28(3):519-525, 1999.

AMARANTE JR, V.S.; COSTA, F.G.P.; BARROS, L.R.; NASCIMENTO, G.A.J.; BRANDÃO, P.A.; SILVA, J.H.V.; PEREIRA, W.E.; NUNES, R.V.; COSTA, J.S. Níveis de metionina + cistina para frangos de corte nos períodos de 22 a 42 e de 43 a 49 dias de idade. Revista Brasileira de Zootecnia, v.34, n.4, p.1195-1201, 2005.

ATENCIO, A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; Vieites, F.M. Exigências de metionina + cistina para frangos de corte machos em diferentes fases de criação. Revista Brasileira de Zootecnia, v.33, n.5, p.1152-1166, 2004.

BAKER, D.H.; FERNANDEZ, S.R.; WEBEL, D.M.; PARSONS, C.M. Sulfur amino acid requirement and cystine replacement value of broiler chicks during the period three to six weeks post-hatching. Poultry Science, 75(6):737-742, 1996.

BALVANE, D.; OLIVA, A. Responses of finishing broilers at high temperatures to dietary methionine source and supplementation levels. Australian Journal of Agriculture Research, 41:557-564, 1990.

BISHOP, R.B.; HALLORAN, H.R. The effect of methionine or methionine hydroxy analogue supplementation on chick response to total sulfur amino acid intake. Poultry Science; 56: 383-385, 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Métodos analíticos físico-químicos para controle de produtos cárneos e seus ingredientes, sal e salmoura. Diário Oficial da União, 27/07/1999. Seção 1. Brasília, DF. Instrução Normativa nº 20 de 21/07/1999.

BUNCHASAK, C.; KEAWARUN, N. Effect of methionine hydroxy analog-free acid on growth performance and chemical composition of liver of broiler chicks fed a corn-soybean based diet from 0 to 6 weeks of age. Animal Science Journal, 77: 95-102, 2006.

DAENNER, E.; BESSEI, W. Influence of supplementation with liquid DL- methionine hydroxy analogue-free acid (Alimet) or DL-methionine on performance of broilers. J. Appl. Poult. Res. 12:101–105, 2003.

DIBNER, J.J.; KNIGHT, C.D. Conversion of 2-hydroxy-4- (methylthio)butanoic acid and L-methionine in the broiler chick a stereospecific pathway. J Nutr, v.114, p.1716-1723, 1984.

DIBNER, J.J.; KNIGHT, C.D.; SWICK, R.A.; IVEY, F.J. Absorption of 14C-2-hydroxy-4-(methylthio)butanoic acid (Alimet_) from the hindgut of the broiler chick. Poult. Sci. 67:1314–1321, 1988.

DIBNER, J.J.; IVEY, F.J. Capacity of the liver of the broiler chick for conversion of supplemental methionine activity to L-methionine. Poult. Sci. 71:700–708, 1992.

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. Poult. Sci. 71:1900– 1910, 1992.

DREW, M.D.; VAN KESSEL, A.G.; MAENZ, D.D. Absorption of methionine and 2-hydroxy-4-methylthiobutanoic acid in conventional and germ-free chickens. Poult. Sci. 82:1149–1153, 2003.

EDMONDS, M.S.; BAKER, D.H. Comparative effects of individual amino acid excess, when added to a corn-soybean meal diet: effects on growth and dietary choice in the chick. Journal of Animal Science, 65:699-705, 1987.

ESTEVE-GARCIA, E.; AUSTIC, R.E. Intestinal absorption and renal excretion of dietary methionine sources by the growing chicken. J. Nutr. Biochem. 4:576–587, 1993.

ESTEVE-GARCIA, E.; LLAURADO, L.L. Performance, breast meat yield and abdominal fat deposition of male broiler chickens fed diets supplemented with DL-methionine or DL-methionine hydroxy analogue free acid. British Poultry Science 38, 397–404, 1997.

GARLICH, J.D. Response of broilers to DL-methionine hydroxy analog free acid, DL-methionine and L-methionine. Poultry Science; 64:1541-1548, 1985.

HAN, Y.; BAKER, D.H. Effects of excess methionine or lysine for broilers fed a corn - soybean meal diet. Poultry Science, v.72, p.1070-1074, 1993.

HAN, Y.; CASTANON, F.; PARSONS, C.M.; BAKER, D.H. Absorption and bioavailability of DL-methionine hydroxy analogue compared to DL-methionine. Poult. Sci. 69:281–287, 1990.

HOEHLER, D.; LEMME, A.; JENSEN, S.K.; VIEIRA, S.L. Relative effectiveness of methionine sources in diets for broiler chickens. J. Appl. Poult. Res. 14: 679-693, 2005.

HUYGHEBAERT, G. Comparison of DL-methionine and methionine hydroxy analogue: free acid in broilers by using multi-exponential regression model. British Poultry Science 34, 351–359, 1993.

JENSEN, L.S., WYATT, C.L., FANCHER, B.I. Sulfur amino acid requirement of broiler chickens from 3 to 6 weeks of age. Poultry. Science, 68:163-168, 1989.

JEROCH, H.; PACK, M. Effects of dietary sulfur amino acids and crud protein on the performance of finishing broilers. Archives of animal Nutrition, v.48, p.109-118, 1995.

KALINOWSKI, A.; MORAN JR, E.T.; WYATT, C. Methionine and cystine requirements of slow- and fast-feathering male broilers from zero to three weeks of age. Poultry Science, 82:1423-1427, 2003.

KNIGHT, D.C.; DIBNER, J.J. Comparative absorption of 2- hycroxy-4-(methylthio) butanoic acid and L-methionine in the broiler chick. J Nutr, v.114, p.2179-2186, 1984.

KNIGHT, C.D.; WUELLING, C.W.; ATWELL, C.A.; DIBNER, J.J. Effect of intermittent periods of high environmental temperature on broiler performance responses to sources of methionine activity. Poultry Science, 73:627-639, 1994.

LAWSON, C.Q.; IVEY, F.J. Hydrolysis of 2-hydroxy-4(methylthio)butanoic acid dimer in two model systems. Poult. Sci. 65: 1749-1752, 1986.

LEMME, A.; HOEHLER, D.; BRENNAN, J.J.; MANNION, P.F. Relative effectiveness of methionine hydroxyl analog compared to DL-methionine in broiler chickens. *Poultry Science* 81, 838–845, 2002.

LUMPKINS, B.S.; BATAL, B.S.; BAKER, D.H. Variations in the digestible sulfur amino acid requirement of broiler chickens due to sex, growth criteria, rearing environment, and processing yield characteristics. Poultry Science, 86:325-330, 2007.

MEIRELLES, H.T.; ALBUQUERQUE, R.; BORGATTI, L.M.O.; SOUZA, L.W.O.; MEISTER, N.C.; LIMA, F.R. Performance of broilers fed with different levels of methionine hydroxy analogue and DL-methionine. *Revista Brasileira de Ciencia Avicola* 5, 69– 74, 2003.

MORAN JR., E.T. Response of broiler strains differing in body fat to inadequate methionine:

live performance and processing yields. Poultry Science 73, 1116–1126, 1994.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. Nutrient requirements of poultry. 9.ed. National Academic Press; 1994; Washington, D.C. 155p.

OLIVEIRA NETO, A.R.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; FERREIRA, R.A.; RESENDE, W.O. Níveis de metionina + cistina para pintos de corte mantidos em ambiente termoneutro. In: Anais da 37° Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Viçosa; 2000; MG. Brasil. p.310.

PAYNE, R.L.; LEMME, A.; SEKO, H.; HASHIMOTO, Y.; FUJISAKI, H.; KORELESKI, J.; SWIATKIEWICZ, S.; SZCZUREK, W.; ROSTAGNO, H. Bioavailability of methionine hydroxy analog-free acid relative to DL-methionine in broilers. Animal Science Journal, 77: 427-439, 2006.

QUENTIN, M.; BOUVAREL, I.; PICARD, M. Effects of the starter diet, light intensity, and essential amino acids level on growth and carcass composition of broilers. Journal Applied of Poultry Research, 14:69-76, 2005.

RIBEIRO, A.M.L.; PENZ JR, A.M.; TEETER, R.G. Effects of 2-hydroxy-4- (methylthio) butanoic acid as DL-methionine on broiler performance and compensatory growth after exposure to two different environmental temperatures. Journal Applied Poultry Research, 10(4):419-426, 2001.

RIBEIRO, A.M.L.; DAHLKE, F.; KESSLER, A.M. Methionine sources do not affect performance and carcass yield of broiler fed vegetable diets and submitted to cyclic heatstress. Rev. Bras. Cienc. Avic. 7:159–164, 2005.

RICHARDS, J.D.; ATWELL, C.A.; VÁZQUEZ-AÑÓN, M.; DIBNER, J.J. Comparative in vitro and in vivo absorption of 2-hydroxy-4(methylthio)butanoic acid and methionine in the broiler chicken. Poult. Sci. 84: 1397-1405, 2005.

RODRIGUEIRO, R.J.B.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; GOMES, P.C.; POZZA, P.C.; NEME, R. Exigência de metionina + cistina para frangos de corte na fase de crescimento e acabamento. Revista Brasileira de Zootecnia, v.29, n.2, p.507-517, 2000.

ROSTAGNO, H.S.; BARBOSA, 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 36, 303–312, 1995.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.B. Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos. Tabelas Brasileiras. 2ª ed. Viçosa, UFV, 2005. 186p.

SAMPAIO, I.B.M. Estatística aplicada à experimentação animal. 2ªed., Belo Horizonte:FEPMVZ. 2002. 244p.

SAUNDERSON, C.L. Comparative metabolism of L-methionine, DL-methionine and DL-2-hydroxy 4-methylthiobutanoic acid by broiler chick. J. Nutr. 54:621–633, 1985.

SCHEUERMANN, G.N.; MAIER, J.C.; BELLAVER, C.; FIALHO, F.B. Metionina e lisina no desenvolvimento de frangos de corte. Revista Brasileira de Agrociência, v.1, n.2, p.75-86, 1995.

SCHUTTE, J.B.; PACK, M. Sulfur amino acid requirement of broiler chick from fourteen to thirty eight days of age. 1. Performance and carcass yield. Poultry Science 74, 480–487, 1995.

SILVA, M.A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; SILVA, M.A.; VARGAS JR, J.G. Rendimento e qualidade de carcaça de frangos de corte em função dos níveis de proteína bruta e metionina + cistina na ração. In: Anais da 33° Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Fortaleza; 1996; CE. Brasil. p.86-7.

SILVA, M.A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; SILVA, M.A.; VARGAS JR, J.G. Níveis de metionina + cistina e de proteína bruta para frangos de corte. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 26(2):350-56, 1997.

SILVA, I.C.M.; RUBIN, L.L.; RABER, M.; LECKNIESKI, L.F.; KESSLER, A.M.; RIBEIRO, A.M.L. Efeito de fontes de metionina e níveis de potássio no desempenho de frangos de corte submetidos a condições de verão brasileiro. Revista Brasileira de Ciência Avícola 2006; 8: 68.

SILVA JR, R.G.C.; LANA, G.R.Q.; RABELLO, C.B.V.; BARBOZA, W.A.; LANA, S.R.V. Exigências de metionina + cistina para frangos de corte machos de 1 a 21 e de 22 a 42 dias de idade, em clima tropical. Revista Brasileira de Zootecnia, v.34, n.6, p.2399-2407, 2005 (supl.).

SUMMERS, J.D.; LEESON, S. Broiler carcass composition as affected by amino acid supplementation. Canadian Journal of Animal Science, v.65, p.717-723, 1985.

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. Poult. Sci. 69(1): 194, 1990.

VAN WEERDEN, E.J.; SCHUTTLE, J.B.; BERTRAM, H.L. DL-methionine and DLmethionine hydroxy analogue free acid in broiler diets. Poultry Science 62:1269-1274, 1983.

VÁZQUEZ-AÑÓN, M.; KRATZER, D.; GONZÁLEZ-ESQUERRA, R.; YI, I.G.; KNIGHT, C.D. A multiple regression model approach to contrast the performance of 2-hydroxy-4-methylthio butanoic acid and DL-methionine supplementation tested in broiler trials that are reported in the literature. Poult. Sci. 85:693–705, 2006.

VÁZQUEZ-AÑÓN, M.; GONZÁLEZ-ESQUERRA, R.; SALEH, E.; HAMPTON, T.; RITCHER, S.; FIRMAN, J.; KNIGHT, C.D. Evidence for 2-hydroxy-4(methylthio)butanoic acid and DL-methionine having different dose responses in growing broiler. Poult. Sci. 85: 1409-1420, 2006.

VIANA, M.T.S.; ALBINO, L.F.T.; CARVALHO, D.C.O.; NERY, L.R.; PINHEIRO, S.R.F.; CAMPOS, A.M.A. Níveis e fontes de aminoácidos sulfurados em dietas para frangos de corte. Revista Brasileira de Ciência Avícola 2005; 7: 72.

VIOLA, T.H.; RIBEIRO, A.M.L.; KESSLER, A.M.; BARBI, J.H.T. Efeito de fontes de metionina e níveis de sódio no desempenho de frangos de corte submetidos a condições de verão brasileiro. Revista Brasileira de Ciência Avícola 2005; 7: 97.

VISENTINI, P.; LOPES, J.; TOLEDO, G.S.; COSTA, P.T. Níveis de substituição da DL-metionina pela metionina hidróxi análoga em base equimolar, em dietas para frangos de corte. Ciência Rural, v.35, n.6, p.1400-1405, 2005.

WALDROUP, P.W.; MABRAY, C.J.; BLACKMAN, J.R.; SLAGTER, P.J.; SHORT, R.J.; JOHNSON, Z.B. Effectiveness of the free acid of methionine hydroxy analogue as a methionine supplement in broiler diets. Poultry Science, 60:438-443, 1981.

WANG, S.; BOTTJE, W.G.; SONG, Z.; BEERS, K.; VÁZQUEZ-AÑÓN, M.; DIBNER, J.J. Uptake of DL-2-hydroxy-4-methylthio-butanoic acid (DL-HMB) in the broiler liver in vivo. Poult. Sci. 80: 1619-1624, 2001.

WHITAKER, H.M.A; MENDES, A.A.; GARCIA, E.A.; ROÇA, R.O.; VAROLLI JR, J.C.; SALDANHA, E.P.B. Efeito da suplementação de metionina sobre o desempenho e a avaliação de carcaças de frangos de corte. Revista Brasileira de Ciência Avícola, v.4, n.1, p.1-9, 2002.

Livros Grátis

(http://www.livrosgratis.com.br)

Milhares de Livros para Download:

Baixar livros de Administração
Baixar livros de Agronomia
Baixar livros de Arquitetura
Baixar livros de Artes
Baixar livros de Astronomia
Baixar livros de Biologia Geral
Baixar livros de Ciência da Computação
Baixar livros de Ciência da Informação
Baixar livros de Ciência Política
Baixar livros de Ciências da Saúde
Baixar livros de Comunicação
Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE
Baixar livros de Defesa civil
Baixar livros de Direito
Baixar livros de Direitos humanos
Baixar livros de Economia
Baixar livros de Economia Doméstica
Baixar livros de Educação
Baixar livros de Educação - Trânsito
Baixar livros de Educação Física
Baixar livros de Engenharia Aeroespacial
Baixar livros de Farmácia
Baixar livros de Filosofia
Baixar livros de Física
Baixar livros de Geociências
Baixar livros de Geografia
Baixar livros de História
Baixar livros de Línguas

Baixar livros de Literatura
Baixar livros de Literatura de Cordel
Baixar livros de Literatura Infantil
Baixar livros de Matemática
Baixar livros de Medicina
Baixar livros de Medicina Veterinária
Baixar livros de Meio Ambiente
Baixar livros de Meteorologia
Baixar Monografias e TCC
Baixar livros Multidisciplinar
Baixar livros de Música
Baixar livros de Psicologia
Baixar livros de Química
Baixar livros de Saúde Coletiva
Baixar livros de Serviço Social
Baixar livros de Sociologia
Baixar livros de Teologia
Baixar livros de Trabalho
Baixar livros de Turismo