

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**EFEITO DO GLUCONATO DE SÓDIO E FONTES DE METIONINA SOBRE O
DESEMPENHO, RENDIMENTO DE CARÇAÇA, MORFOMETRIA INTESTINAL
E DENSITOMETRIA ÓSSEA DE FRANGOS DE CORTE DE 22 A 42 DIAS DE
IDADE**

Diana Maryuri Correa Castiblanco

Medica Veterinária e Zootecnista

JABOTICABAL – SÃO PAULO - BRASIL

Junho de 2012

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**EFEITO DO GLUCONATO DE SÓDIO E FONTES DE METIONINA SOBRE O
DESEMPENHO, RENDIMENTO DE CARÇAÇA, MORFOMETRIA INTESTINAL
E DENSITOMETRIA ÓSSEA DE FRANGOS DE CORTE DE 22 A 42 DIAS DE
IDADE**

Diana Maryuri Correa Castiblanco

Orientador: Prof. Dr. Otto Mack Junqueira

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do Título de Mestre em Zootecnia.

JABOTICABAL – SÃO PAULO - BRASIL

Junho de 2012

Correa Castiblanco, Diana Maryuri

C824g Efeito do gluconato de sódio e fontes de metionina sobre o desempenho, rendimento de carcaça, morfometria intestinal e densitometria óssea de frangos de corte de 22 a 42 dias de idade / Diana Maryuri Correa Castiblanco. – – Jaboticabal, 2012

x, 61 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2012

Orientador: Otto Mack Junqueira

Banca examinadora: Silvana Martinez Baraldi Artoni, Lúcio Francelino Araújo

Bibliografia

1. Frangos de corte- aminoácidos sintéticos. 2. Nutrição. 3. Gluconato de sódio. I. Título. II. Jaboticabal - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.087:636.5

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

e-mail: dianita505818@hotmail.com



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE JABOTICABAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL

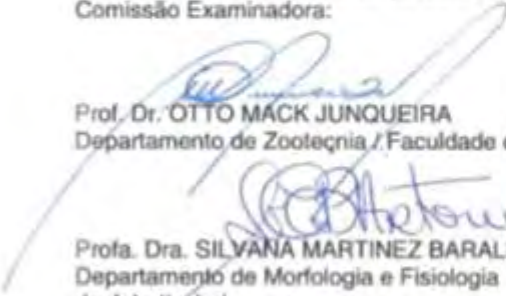
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: EFEITO DO GLUCONATO DE SÓDIO E FONTES DE METIONINA SOBRE O DESEMPENHO, RENDIMENTO DE CARCAÇA, MORFOMETRIA INTESTINAL E DENSITOMETRIA ÓSSEA DE FRANGOS DE CORTE DE 22 A 42 DIAS DE IDADE

AUTORA: DIANA MARYURI CORREA CASTIBLANCO

ORIENTADOR: Prof. Dr. OTTO MACK JUNQUEIRA

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM ZOOTECNIA, pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. OTTO MACK JUNQUEIRA

Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal



Profa. Dra. SILVANA MARTINEZ BARALDI ARTONI

Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal



Prof. Dr. LÚCIO FRANCELINO ARAÚJO

Departamento de Zootecnia / Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - USP / Piracicaba/SP

Data da realização: 26 de junho de 2012.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

DIANA MARYURI CORREA CASTIBLANCO – nascida na cidade de Tuluá – Colômbia, no dia 29 de Março de 1987, filha de Lope Didier Correa Cardona e Maria Carmelita Castiblanco. Em fevereiro de 2005 ingressou no curso de Medicina Veterinária e Zootecnia da Univerdiad de la Amazonia – Florencia, graduando-se em dezembro de 2009. Em março de 2010, ingressou no curso de Mestrado em Zootecnia, na área de Produção Animal e subárea Nutrição de Monogástricos, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista – Câmpus de Jaboticabal, sob a orientação do Prof. Dr. Otto Mack Junqueira

DEDICATÓRIA

À Deus,

Pela saúde, inteligência, força para não desistir nunca de nada e acima de tudo por ter me dado fé para passar por esses obstáculos

A meus pais,

Maria Carmelita Castiblanco Lopez e Lope Didier Correa Cardona

Pelo esforço para eu poder estudar e fazer este sonho realidade, apesar de nós passar por muitas dificuldades econômicas, vocês me ensinaram a não desistir e são meu exemplo de vida, de trabalho e honradez

A meu Irmão

Jorge Didier Correa Castiblanco

Que o sacrifício que eu passei longe da minha família seja exemplo para que continue estudando e que nunca é tarde para começar e lutar por nossos sonhos

A meu namorado

Luis Gabriel Gonzalez Herrera

Pelo incondicional apoio, pelo companheirismo, amor, pelos conselhos e por ser meu grande amigo

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Ao professor Otto Mack Junqueira, agradeço de forma especial, de ter sido meu orientador de estágio e de mestrado, pelos ensinamentos, pelo exemplo profissional e pela paciência que teve comigo quando apresentei dificuldade com o idioma

À Universidade Estadual Paulista (UNESP-JABOTICABAL), à pós-graduação e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização deste curso.

Ao CNPq pela bolsa de mestrado concedida.

Aos professores Silvana M. B. Artoni, Lúcio Lúcio F. Araújo e a Dr. Karina, pelas suas grandes contribuições e sugestões nesse trabalho científico.

Ao professor Antonio Sergio Ferraudó, pela amizade, conselhos e pela ajuda econômica quando eu não tive bolsa, sendo sua monitora de curso de estatística multivariada.

Ao professor Euclides, pela colaboração e orientação com a estatística.

Aos amigos de pós-graduação, Juan, Rafael, Rodrigo, Carla, Elaine, Sarah, Gretchen, Thays, pela ajuda na realização do experimento, pelo trabalho em equipe, pelos ensinamentos e por todas as ajudas que vocês me ofereceram, sem a ajuda de vocês eu não teria tido sucesso.

Aos estagiários que já foram e aos novos que pertencem a nossa equipe por terem me auxiliado durante a realização do meu experimento.

Aos meus amigos colombianos, Astrid, Yury, Edna, Julian, Cristina pela grande amizade, pelo apoio incondicional, pelas festas colombianas e por tornar a nossa estadia mais leve, longe das nossas amadas famílias.

As minhas grandes amigas de graduação Isa, Yina e Leidy pelo apoio, pela amizade, pelos momentos inesquecíveis, pelas tristezas e felicidades compartilhadas.

A Diogo, Rafael pelos ensinamentos de português e a convivência de todos os dias na nossa república.

Aos funcionários da Avicultura e da fábrica de ração, Isildo, Vicente e Robson pela ajuda na realização do experimento.

Obrigada a cada um de vocês e às pessoas que no momento de escrever a tese não estavam no meu pensamento, dou os meus sinceros agradecimentos.

INDICE	Página
RESUMO.....	ix
ABSTRAT.....	x
LISTA DE TABELAS.....	vii
CAPITULO 1- CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
Introdução.....	1
Fontes de metionina.....	2
Digestão e absorção das fontes de metionina.....	4
Desenvolvimento e propriedades da mucosa intestinal.....	5
Efeitos de níveis de metionina + cistina sobre o desempenho produtivo em frangos de corte.....	7
O gluconato de sódio.....	8
Gluconato de sódio x metionina.....	10
Efeitos de níveis de gluconato de sódio sobre o rendimento e as características ósseas em frangos de corte.	11
Qualidade óssea e a interação com o gluconato de sódio.....	11
REFERÊNCIAS.....	12
 CAPITULO 2 - EFEITO DO GLUCONATO DE SÓDIO E FONTES DE METIONINA SOBRE O DESEMPENHO, RENDIMENTO DE CARCACA, MORFOMETRIA INTESTINAL E DENSITOMETRIA OSSEA DE FRANGOS DE CORTE DE 22 A 42 DIAS DE IDADE.....	 20
Resumo.....	20
Abstract.....	21
Introdução.....	22
Material e métodos.....	23
Resultados e discussão.....	30
Conclusões.....	38
Referências	38

CAPITULO 3 - EFEITO DO GLUCONATO DE SÓDIO E NÍVEIS DE METIONINA+ CISTINA SOBRE O DESEMPENHO, RENDIMENTO DE CARCACA, MORFOMETRIA INTESTINAL E DENSITOMETRIA ÓSSEA DE FRANGOS DE CORTE DE 22 A 42 DIAS DE IDADE..... 44

Resumo..... 44

Abstract..... 45

Introdução..... 46

Material e métodos..... 47

Resultados e discussão..... 54

Conclusões..... 63

Referências 63

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

	Página
Tabela 1. Médias das temperaturas e umidades, máximas e mínimas, registradas diariamente no interior do galpão durante o período experimental.....	24
Tabela 2. Representação dos tratamentos experimentais na fase de 22 a 42 dias de idade.....	25
Tabela 3. Composição percentual das rações experimentais para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade.....	26
Tabela 4. Médias do consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte alimentados com dietas contendo duas fontes de metionina digestível (DLM e MHA) e dois níveis de gluconato de sódio na fase de 22 a 42 dias de idade.....	30
Tabela 5. Médias de rendimento de carcaça, rendimento de peito, rendimento de coxa+sobre coxa, rendimento de asas e rendimento de dorso de frangos de corte aos 42 dias de idade alimentados com dietas contendo duas fontes de metionina digestível (DLM e MHA) e dois níveis de gluconato de sódio.....	32
Tabela 6. Médias do comprimento dos vilos, profundidade das criptas e a relação vilo.cripta dos segmentos do intestino delgado (duodeno) de frangos de corte aos 42 dias de idade alimentados com dietas contendo duas fontes de metionina digestível (DLM e MHA) e dois níveis de gluconato de sódio.....	34
Tabela 7. Desdobramento da interação (fontes de metionina x níveis de gluconato de sódio), para as variáveis profundidade da cripta e a relação vilo.cripta.....	35
Tabela 8. Médias de epífise proximal, diáfise e epífise distal de frangos de corte alimentados com dietas contendo duas fontes de metionina digestível (DLM e MHA) e dois níveis de gluconato de sódio aos 42 dias de idade.....	37

CAPÍTULO 3

Tabela 1.	Médias das temperaturas e umidades, máximas e mínimas, registradas diariamente no interior do galpão durante o período experimental.....	48
Tabela 2.	Representação dos tratamentos experimentais na fase de 22 a 42 dias de idade.....	49
Tabela 3.	Composição percentual das rações experimentais para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade.....	50
Tabela 4.	Médias do consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de MHA digestíveis e dois níveis de gluconato de sódio na fase de 22 a 42 dias de idade.....	54
Tabela 5.	Médias de rendimento de carcaça, rendimento de peito, rendimento de coxa+sobrecoxa, rendimento de asas, e rendimento de dorso de frangos de corte aos 42 dias de idade alimentados com dietas contendo diferentes níveis de MHA digestíveis e dois níveis de gluconato de sódio.....	56
Tabela 6.	Desdobramento da interação (níveis de MHA x gluconato de sódio) para rendimento de asas.....	57
Tabela 7.	Médias do comprimento dos vilos, profundidade das criptas e a relação vilo.cripta do intestino delgado (duodeno) de frangos de corte aos 42 dias de idade alimentados com diferentes níveis de MHA digestíveis e dois níveis de gluconato de sódio.....	59
Tabela 8	Desdobramentos da interação (níveis de MHA x níveis de gluconato de sódio), para as variáveis comprimento do vilo, profundidade da cripta e a relação vilo.cripta.....	60
Tabela 9.	Médias de epífise proximal, diáfise e epífise distal de frangos de corte alimentados com dietas diferentes níveis de MHA digestíveis e dois níveis de gluconato de sódio aos 42 dias de idade.....	62

**EFEITO DO GLUCONATO DE SÓDIO E FONTES DE METIONINA SOBRE O
DESEMPENHO, REDIMENTO DE CARÇA, MORFOMETRIA INTESTINAL E
DENSITOMETRIA ÓSSEA DE FRANGOS DE CORTE DE 22 A 42 DIAS DE IDADE**

RESUMO – Dois experimentos foram desenvolvidos para avaliar o efeito de gluconato de sódio adicionando, a) duas fontes de metionina, DL-Metionina (DLM) e Metionina Hidróxi Análoga (MHA) e b) três níveis de MHA, sendo os níveis normal, 10 e 20% reduzido e dois níveis (0 e 2000 ppm) de gluconato de sódio sobre o desempenho, rendimento de carcaça e de partes, morfometria intestinal e densitometria óssea de frangos de corte de 22 a 42 dias de idade. Nos dois experimentos foram utilizados frangos machos da linhagem Cobb® 500, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2 x 2 (dois níveis de gluconato de sódio e duas fontes de metionina) e para estudar o efeito do gluconato de sódio sobre os níveis de MHA digestíveis, optou-se por um esquema fatorial 3 x 2 (3 níveis de MHA digestíveis com 2 níveis de gluconato de sódio); Todas as variáveis foram submetidas à análise de variância e em caso de significância as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. Conclui-se que: (1) a utilização da fonte DLM mostrou ser viável para o rendimento de carcaça e peito e a integridade intestinal; (2) a exigência nutricional de MHA digestível foi 0,77%, para máximo desempenho, rendimento de carcaça e de peito e maior profundidade da cripta independente da utilização do gluconato; (3) a adição de 2000 ppm de gluconato proporciona uma boa integridade intestinal, piora a conversão alimentar, no entanto, tende a melhorar o rendimento de peito, coxa+sobrecoxa e asas sem efeito estatístico, o que requer estudos mais profundos com diferentes níveis deste aditivo.

Palavras-Chave: aditivos, aminoácidos sintéticos, frangos de corte, nutrição

**EFFECTS OF SODIUM GLUCONATE AND METHIONINE SOURCES ON
PERFORMANCE, INTESTINAL MORPHOMETRY AND BONE DENSITOMETRY ON
BROILERS OF 22 TO 42 DAYS OF AGE**

ABSTRACT – Two experiments were conducted in order to evaluate the effects of sodium gluconate added to a) two methionine sources, i.e. DL-Methionine (DLM) and methionine hidroxy analogue (MHA), and b) three levels of MHA (normal, reduction of 10% and 20%), on performance, carcass yield and carcass composition, intestinal morphometry and bone densitometry of broilers 22 to 42 days of age. Both experiments used male COBB® 500 broilers, distributed in a completely randomized design on factorial scheme 3 x 2 (three levels of methionine+cistyne x two levels of sodium gluconate); to study the effects of sodium gluconate on the two methionine sources, a factorial scheme 2 x 2 (two levels of sodium gluconate and two sources of methionine) was adopted. All variables were submitted to the analysis of variance and the means compared by the Fukey test at 5% of probability. It was concluded that: (1) the use of the two sources of methionine proved their viability without diminishing the birds' performance; (2) the methionine hidroxy analogue level 0.77% resulted in the birds' best performance, confirming that methionine is an essential amino acid and its deficiency reduces performance; (3) the supplementation of (2000 ppm) of sodium gluconate improved the intestinal integrity, a tendency for improvement of the other variables was observed, evidencing the necessity of further studies with different levels of this additive.

Keywords: additives, broilers, nutrition, synthetic amino acids

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

INTRODUÇÃO

A avicultura, no cenário mundial, vem se mostrando como uma das maiores potencias econômicas da agropecuária pelo crescimento do consumo de aves em diversos países, impulsionada pelo emprego de tecnologias que otimizam a produção e geram alimento final mais barato, saudável e bem aceito pelo consumidor. Preocupações com a ingestão de gordura e problemas coronários acentuam esta tendência, bem como a confirmação da preferência por carne branca.

Os aminoácidos sulfurados são utilizados pelas aves como constituintes estruturais primários de tecidos como pele, penas, matriz óssea, ligamentos, órgãos e músculos corporais NRC (1994). A metionina é o principal doador de grupo metil (S-adenosilmetionina) para as diversas reações metabólicas, além de participar diretamente da síntese protéica LEESON & SUMMERS (2001). Pode ser uma fonte alternativa de cistina em um processo não reversível, com função especial na estrutura de muitas proteínas interligando cadeias polipeptídicas através de pontes dissulfeto (NELSON & COX 2006).

Para se obter uma dieta equilibrada, formulada à base de milho e farelo de soja e que contenha todos os aminoácidos essenciais, nas quantidades requeridas para o bom desempenho das aves, muitas vezes, é necessário a inclusão de aminoácidos sintéticos DAENNER e BASSEI (2002). Atualmente no mercado, existe a disponibilidade dos aminoácidos metionina, lisina, treonina e triptofano. A metionina é o aminoácido essencial mais limitante nas dietas das aves, e sua adição sob a forma sintética, constitui parcela significativa no custo das dietas.

Com o aparecimento dos hidróxi análogos de metionina, esses custos diminuíram, no entanto, existem muitas controvérsias quanto à bioequivalência desses análogos, que estão sendo utilizados pelos nutricionistas nas suas formulações, variando desde 65 até 100% tanto na bioequivalência, como na consideração ou não da equimolaridade, o que evidencia a falta de critério para a substituição da DL-metionina pelos análogos.

O gluconato de sódio proporciona uma síntese adequada de butirato e conseqüentemente promove um ambiente intestinal saudável, aumentando a área de absorção e como conseqüência, o aproveitamento dos nutrientes, resultando em melhor conversão alimentar. Segundo SORIANO-GARCÍA et al., (1998), pode ter a finalidade de aumentar a absorção da metionina pela mucosa intestinal, melhorando o aproveitamento desse aminoácido pelo animal.

Diante do contexto exposto, este experimento foi conduzido para avaliar o efeito do uso do gluconato de sódio adicionado a duas fontes de metionina em rações com diferentes níveis de metionina + cistina sobre o desempenho, rendimento de carcaça e de partes, integridade da mucosa intestinal e densitometria óssea de frangos de corte de 22 a 42 dias de idade.

Fontes de metionina

Para se obter uma dieta equilibrada, formulada à base de milho e soja e que contenha todos os aminoácidos essenciais, nas quantidades mínimas requeridas para o bom desempenho das aves é necessária a inclusão de aminoácidos sob a forma sintética. (CONHALTO et al., 1999).

Para a suplementação de metionina existem varias fontes sintéticas: a DL-metionina (DLM), disponível comercialmente na forma de pó (DLM) apresenta 99% de atividade ou na forma líquida como sal de sódio (DL-metionina-Na) com 40% de atividade 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) com 84% de atividade ou na forma líquida, como ácido livre (MHA-FA) com 88% de atividade.

Os análogos diferenciam-se da metionina por apresentarem um grupamento hidroxila (OH) no lugar do grupamento amina (NH₂), localizado no carbono alfa da molécula. Todas as três substâncias citadas têm dois isômeros (L e D), pois suas moléculas têm o carbono alfa assimétrico, ou seja, apresentam quatro ligantes diferentes. Por isso, a MHA não é considerada um aminoácido, necessitando ser

convertida em metionina por diferentes transformações enzimáticas no metabolismo animal BRUMANO, (2008).

Segundo MARTÍN-VENEGAS et al. (2006), a conversão bioquímica MHA para Lmetionina segue dois processos enzimáticos: oxidação do carbono alfa, seguido pela transaminação. A primeira reação forma o cetoácido intermediário *ácido 2-oxi-4-(metiltio) butanóico* ou Ceto-metionina. A estrutura molecular de ambos, DL-MHA e DLM, contém um carbono assimétrico, resultando na presença de quantidades iguais dos estereoisômeros D e L nos produtos comerciais.

Diferentes enzimas catalisam a oxidação dos dois estereoisômeros da DL-MHA. Todavia, a conversão destes ocorre simultaneamente, a fim de produzir o intermediário Ceto-metionina. A enzima específica para L-MHA é a L-2-hidroxi ácido oxidase (L-HAOX), encontrada nos peroxissomos do fígado e rins das aves. A D-MHA requer a enzima mitocondrial D-2- hidroxi ácido desidrogenase (D-HAD) encontrada em vários tecidos, incluindo, fígado, rins, músculo esquelético, intestino, pâncreas, baço e cérebro (DIBNER e KNIGHT, 1984).

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

Numerosos estudos têm sido conduzidos para comparar a eficácia da DLM e da MHA em frangos de corte. A inclusão do aminoácido metionina nas dietas de frangos de corte iniciou-se a partir da década de 70. A primeira referência conhecida sobre o emprego de MHA foi no trabalho de BLOCK & JACKSON (1932), em ratos alimentados com dieta deficiente em cistina, onde foi observado que a MHA estimulava o crescimento. Desde então, começou-se a pesquisar sobre fontes análogas de metionina e, com isto, muitas controvérsias surgiram em torno da bioeficácia desses análogos.

Digestão e absorção das fontes de metionina

A absorção intestinal e a excreção urinária são dois processos fisiológicos que podem limitar o uso das fontes de metionina. Na porção final do intestino delgado e no ceco, os nutrientes estão sujeitos a degradação por bactérias e os produtos obtidos nesta degradação não estão disponíveis para o metabolismo do animal. As bactérias convertem MHA-AL em outros componentes, não disponíveis para o animal, este fato influencia significativamente a absorção de MHA-AL (BRUMANO, 2008). A eficiência de absorção da DLM não é afetada pelas bactérias intestinais, o que explica, em grande parte a menor disponibilidade da MHA-AL líquida em comparação com a DLM observada por MAENZ & ENGELE- SCHAAN (1996).

A DLM é absorvida de maneira ativa, o que permite que seja transportada contra uma gradiente de concentração. KNIGHT & DIBNER (1984) afirmaram que as MHA-AL são absorvidas de forma passiva, por difusão, o que requer a passagem de um meio com maior concentração da substância para um meio menos concentrado. Estes pesquisadores mostraram que a MHA-AL foi absorvida pelo trato digestivo das aves tão rápido quanto a L-metionina. LARBIER (1988) e HAN et al. (1990), em trabalhos experimentais com frangos de corte machos, encontraram uma retenção para a DLM de aproximadamente 100% e para a DL-MHA-AL desde 96 a 99% e de 83 a 86% respectivamente. Os autores afirmaram que. Diferenças na biodisponibilidade entre DLM e DL-MHA-AL-CA não podem ser devido as diferenças de absorção entre elas. DIBNER et al. (1988), mostraram que a MHA-AL é absorvida em todo o trato digestivo, inclusive o ceco. (VISENTINI et al. 2005)

Após a absorção, a L-metionina não precisa sofrer qualquer alteração para ser usada na síntese das proteínas, entretanto a D-metionina e os isômeros da MHA-FA deverão sofrer alterações de tal forma que, após transformações metabólicas, resultam também em L-metionina e que somente nesta forma podem ser incorporadas em qualquer proteína. KNIGHT & DIBNER (1984) observaram que, no fígado de aves bem como em outros tecidos, têm sido encontradas enzimas capazes de oxidar os dois isômeros, D e L de MHA-FA. Após a oxidação da D-metionina e dos isômeros de MHA-FA, eles são transformados em L-metionina por transaminação. Estudando a absorção

intestinal da MHA-FA, (DIBNER et al., 1988) concluíram que a proporção de incorporação da MHA-FA, na proteína, é similar a outros análogos da metionina. Os autores concluíram que não deve ser na transformação da MHA-FA em L-metionina as dificuldades na substituição da metionina por seus análogos.

Conforme (BOEBEL & BAKER, 1982), não seria apenas a composição da dieta basal que influenciaria a eficiência da utilização da MHA-FA, mas as diferenças nos níveis da metionina dietética e o total dos aminoácidos sulfurados contidos na dieta basal. Eles enfatizam que em dietas tipo milho e soja, nas quais proteínas intactas suprem a maioria das necessidades das aves em aminoácidos sulfurados, pequena quantidade da metionina suplementar seria necessária e, desta forma, as diferenças entre as fontes de metionina seriam pouco evidenciadas.

Por outro lado, REID et al. (1982), compararam a eficiência da DLM, MHA e MHA ácida, relatando que não houve diferença significativa entre estas três fontes de metionina. O mesmo resultado se repetiu com HARMS et al. (1993), que não encontraram diferenças significativas entre as fontes de metionina estudadas.

Um total de 62 experimentos do tipo dose-resposta realizados com frangos de corte, perus, poedeiras e suínos foram revisados por LEMME, (2002) para determinar a biodisponibilidade da MHA-AL em comparação com à DLM. Constatou-se que a biodisponibilidade da MHA-AL comparada a DLM em base de produto foi igual a 65% em todas as espécies e critérios de desempenho, peso do ovo, ganho de peso, conversão alimentar e retenção de nitrogênio. Considerando o conteúdo de 88% de substância ativa em MHA-AL disponível comercialmente, isto leva a uma biodisponibilidade de 65% por quilo de produto. (BRUMANO, 2008).

Desenvolvimento e propriedades da mucosa intestinal

O desenvolvimento da mucosa intestinal consiste no aumento da altura e densidade dos vilos, o que corresponde a um aumento em número das células epiteliais (enterócitos, células caliciformes e enteroendócrinas). Esse processo decorre primariamente de dois eventos citológicos associados: renovação celular e perda de células. O equilíbrio entre esses dois processos chama-se “turnover” celular. A mucosa

do trato gastrointestinal tem uma característica única entre os tecidos da ave que é a de ter a mais alta taxa de turnover de todos tecidos do corpo. (MACARI et al., 2002)

É importante salientar que, ao longo da extensão do intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo), a densidade e o tamanho dos vilos, bem como a taxa de renovação celular, não são os mesmos. O duodeno, além de possuir maior altura do vilo, também tem a maior taxa de renovação da mucosa intestinal. Esse rápido “turnover” duodenal pode ser explicado pelo fato de ser essa uma das regiões mais importantes para o processo digestivo das aves, pois é onde ocorre a liberação das secreções biliares e pancreáticas exógenas. É também o primeiro segmento do intestino a receber estímulos físicos, químicos e hormonais desencadeados pela presença dos nutrientes no lúmen (MAIORKA et al., 2002).

A presença de alimento no lúmen intestinal é fator estimulante no crescimento dos vilos e das criptas. Utilizando-se caulin, para avaliar o efeito do estímulo físico do alimento sobre o desenvolvimento da mucosa TARACHAI & YAMAUCHI, (2000) verificaram que a mucosa intestinal parece não responder unicamente ao estímulo físico. Ao mesmo tempo, esses autores também verificaram que na presença de nutrientes, o lúmen intestinal apresenta maior desenvolvimento, traduzido pela maior altura dos vilos e maior taxa de “turnover”. Esses dados sugerem que o estímulo primário para o desenvolvimento da mucosa são as características químicas dos nutrientes.

Tem sido estimado que, para a manutenção do epitélio intestinal e estruturas de suporte anexas, o custo em energia representa aproximadamente 20% da energia bruta consumida pela ave (MCBRIDE & KELLY, 1990). Desta forma, a manutenção da mucosa intestinal em condições fisiológicas normais, tem custo energético elevado para a ave. Quando ocorrem lesões, além da redução da quantidade de substrato digerido e absorvido, há ainda o custo para a renovação desse epitélio. A energia economizada pelo reduzido “turnover” de células no epitélio intestinal poderá ser utilizada para o desenvolvimento da massa muscular. Assim, o rendimento econômico do lote estará seriamente comprometido quando a mucosa do trato gastrointestinal for afetada.

Esse desenvolvimento acentuado da capacidade funcional do trato gastrointestinal, logo após a eclosão, parece ser comum às aves domésticas, ocorrendo

pequenas variações entre as diferentes linhagens. Em poedeiras comerciais, por exemplo, o aumento na altura dos vilos e profundidade de cripta é mais intenso no duodeno nos primeiros seis dias de vida pós eclosão, e aos 10 dias no jejuno e íleo (UNI et al., 1998b).

Efeitos de níveis de metionina + cistina sobre o desempenho produtivo em frangos de corte

A metionina é considerada o primeiro aminoácido limitante para o desenvolvimento das aves, além disso, desempenha várias funções no organismo destas, tendo efeito no sistema imune (KALINOWSKI et al., 2003), na deposição de proteína (HRUBY, 1998), no metabolismo de lipídeos (JENSEN 1990) e no metabolismo energético (BOOMGARDT & BAKER, 1973). Outras funções da metionina incluem a doação de radicais metil, sendo precursora para a biossíntese de cistina, através do mecanismo de trans-sulfuração. Por isso, as recomendações deste aminoácido na dieta devem ser expressas como metionina + cistina (met.+cist.). No entanto, tal mecanismo é irreversível, sendo extremamente importante o fornecimento de quantidades adequadas de metionina nas dietas (RADEMACHER, 2001).

De acordo com VIEIRA et al. (2004), as exigências de metionina + cistina obtidas através de ensaios de dose-resposta são dependentes do nível de proteína dietético e da forma como a proteína é balanceada nas dietas experimentais.

Os níveis de metionina + cistina na dieta podem ser afetados pelos níveis de colina, lisina e arginina (CHAMRUSPOLLERT, 2001). Pesquisas têm sido realizadas com o objetivo de minimizar os desbalanceamentos entre os nutrientes, principalmente os aminoácidos, os quais consomem energia no processo de eliminação. O NRC (1994) recomenda valores de metionina + cistina total para frangos de corte de 0,90% para a fase de 1 a 21; 0,72% para 22 a 42; e 0,60% para 43 a 56 dias de idade, para dietas com 3.200 kcal de energia metabolizável. Entretanto, deve ser considerado que as aves comerciais utilizadas antes de 1994 eram geneticamente diferentes das utilizadas hoje.

De acordo com o padrão de proteína ideal proposto por ROSTAGNO et al.(2005), as relações para metionina e metionina + cistina digestíveis com a lisina são

de 39 e 71% para frangos na fase inicial (1 a 21 dias), e 40 e 72% para frangos na fase de crescimento (22 a 42 dias), respectivamente. Considerando um programa alimentar de cinco rações, as exigências de metionina + cistina digestível para frangos machos de desempenho regular serão 0,924; 0,790; 0,755; 0,714 e 0,669%, para aves de 1 a 7, 8 a 21, 22 a 33, 34 a 42 e 43 a 46 dias de idade, respectivamente.

SCHUTTE & PACK (1995b) estimaram em 0,88% a exigência mínima de metionina + cistina para frangos de corte de 14 a 38 dias de idade para maximização da eficiência de utilização do alimento e o rendimento de carne de peito e, comparativamente, à recomendação do NRC (1994), os autores concluíram que o nível de metionina + cistina de aproximadamente, 0,80% relatado por MENDONÇA & JENSEN (1989) parece ser a exigência mais razoável para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade.

GERALDO et al. (2006) demonstraram que as exigências nutricionais de metionina + cistina para frangos de corte fêmeas da linhagem comercial Ross foram estimadas em 0,96% para os períodos de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade.

AMARANTE Jr et al. (2005) estimaram as exigências nutricionais de metionina + cistina total em 0,823%, para máximo desempenho e rendimento de peito, no período 22 a 42 dias de idade, e de 0,727%, para máximo desempenho e mínima deposição de gordura abdominal, no período de 43 a 49 dias de idade. SILVA et al. (1995) observaram maior exigência de metionina + cistina quando as aves foram alimentadas com ração contendo maior nível protéico.

De acordo com ATENCIO et al. (2004) os valores de exigência de metionina + cistina digestível para as fases de 1 a 20, 24 a 38 e 44 a 56 dias de idade foram de 0,808 (0,907% total); 0,767 (0,844% total) e 0,668% (0,738% total), respectivamente, o que corresponde a uma relação metionina + cistina:lisina digestível de 70, 72 e 71%.

O gluconato de sódio

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), a Resolução - RDC nº 234, de 19 de agosto de 2002 que aprovou a tabela de aditivos para complementação do "Regulamento técnico sobre aditivos utilizados segundo as

boas práticas de fabricação e suas funções", o gluconato de sódio ($C_6H_{11}O_7Na$), é considerado um aditivo seqüestrante formador de complexos químicos com íons metálicos, e ultimamente tem sido utilizado na nutrição animal na preparação de premixes e aditivos. Ele é derivado da oxidação incompleta da glicose por colônias de gluconobactérias, que são estritamente aeróbias e utilizam uma variedade de açúcares e álcoois como substrato para serem oxidadas. Desta forma, as gluconobactérias, que tem crescimento ótimo em temperatura de 25 a 30 °C e pH entre 5,5 e 6,0, possuem a habilidade de converter D-glicose em D-gluconato, no qual pode ser oxidado a 2-cetogluconato e 2,5-dicetogluconato (DEPPENMEIER et al., 2002).

O gluconato de sódio favorece o crescimento de forma seletiva, de certos microrganismos benéficos capazes de proporcionar um ambiente saudável ao hospedeiro, estimulando o desenvolvimento da mucosa intestinal, ou seja, ativa o processo mitótico na região cripta-vilo, e como consequência, aumenta o número de células epiteliais e altura dos vilos (POEIKHAMPHA et al., 2007). Este desenvolvimento é importante para a absorção de nutrientes, visto que aumenta a área absorptiva. Dessa forma, ele tem sido utilizado como um prebiótico em nutrição de suínos, estimulando a produção de butirato no intestino grosso (TSUKAHARA et al., 2002). GIBSON & ROBERFORID (1995) definiram prebióticos como ingredientes alimentares não digeríveis que afetam benéficamente o hospedeiro, estimulando seletivamente o crescimento e atividade de uma ou mais bactérias benéficas do cólon, melhorando a saúde do seu hospedeiro. A principal ação dos prebióticos é estimular o crescimento e/ou ativar o metabolismo de algum grupo de bactérias do trato intestinal. Portanto, segundo esses autores, para que um componente do alimento seja considerado um prebiótico, este não pode ser hidrolisado ou absorvido nos segmentos iniciais do trato digestório, deve ser capaz de alterar a microbiota intestinal, favorecendo uma composição mais saudável e induzir efeitos benéficos sistêmicos na luz intestinal.

Aproximadamente 70% do gluconato de sódio ingerido são direcionados para o intestino grosso, sendo fermentado por bactérias benéficas, como os *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* (ASANO et al., 1994) cujo produto final da fermentação é o lactato e o acetato, que serão convertidos em butirato por bactérias que utilizam ácidos (TSUKAHARA et al., 2002; HASHIZUME et al., 2003).

Sabe-se que além do butirato ser considerado um ácido graxo de cadeia curta (AGCC) mais eficiente, estudos têm demonstrado que também possui efeito antitumoral no intestino grosso de ratos, prevenindo o câncer cólon-retal. Isso ocorre pela capacidade do butirato inibir a proliferação de células cancerosas, induzindo a apoptose de células geneticamente modificadas (KAMEUE et al., 2004).

Muitos carboidratos insolúveis chegam ao intestino grosso, porém são poucos que estimulam a produção de butirato. Sendo assim, o uso do ácido glucônico ou gluconato de sódio na dieta tem sido uma alternativa viável para estimular a produção de butirato no intestino grosso de aves e suínos, podendo ser utilizado como prebiótico. BIAGI et al., (2006) e POEIKHAMPHA et al., (2007) estudaram os efeitos do gluconato de sódio em rações para suínos e observaram melhora na qualidade intestinal e conseqüentemente, uma melhora no desempenho destes animais.

Gluconato de sódio x metionina

A qualidade do epitélio intestinal é de fundamental importância para o bom desenvolvimento das aves. Assim, a utilização de aditivos que melhora a condição intestinal, é uma alternativa para a avicultura. O gluconato de sódio proporciona uma síntese adequada de butirato e conseqüentemente promove um ambiente intestinal saudável, aumentando a área de absorção e como conseqüência, o aproveitamento dos nutrientes, resultando em melhor conversão alimentar. Ainda, é considerado um carreador no transporte da metionina no trato intestinal.

Segundo SORIANO-GARCÍA et al. (1998), o gluconato de sódio pode ter a finalidade de aumentar a absorção da metionina pela mucosa intestinal, melhorando o aproveitamento desse aminoácido pelo animal.

A biodisponibilidade da MHA é menor que a DL-Metionina. O uso do gluconato de sódio como aditivo para melhorar a absorção da metionina (SORIANO-GARCIA et al., 1998) pela mucosa intestinal é de grande importância para o melhor desempenho das aves, além de melhorar a qualidade intestinal.

Efeitos de níveis de gluconato de sódio sobre o rendimento de carcaça e das características ósseas em frangos de corte

Segundo RAFACZ-LIVINGSTON et al. (2005) a adição de 15 a 33,5 g de gluconato de sódio/kg de ração pode diminuir o fósforo fítico na dieta e aumentar o ganho de peso e o teor de cinzas nas tíbia em frangos de corte na fase de 8 a 22 dias de idade.

YANLI GUO et al. (2008) reportaram que a adição de 20 g/kg de gluconato de sódio na dieta, aumentou o ganho de peso médio diário durante 22 a 42 e 8 a 42 dias de idade, e o teor de cinzas nas tíbias aos 21 dias de idade em torno de 33 a 36%, havendo uma tendência de aumento do peso das tíbias aos 42 dias de idade de 4779 a 5140 mg.

Qualidade óssea e a interação com o gluconato de sódio

O desenvolvimento do tecido ósseo ocorre em função de uma interação entre fatores genéticos, nutricionais e ambientais (WATKINS, 1999; COOK, 2000).

O osso é um tecido heterogêneo complexo, constituído por células em vários estágios de diferenciação, com quatro funções principais, suportar a musculatura, auxiliar na movimentação, promover o crescimento do animal e servir como reserva mineral, que pode ser acessada durante distúrbios na homeostase mineral (MACARI et al., 2002). É composto de regiões que são denominadas epífises, diáfise e uma região intermediária entre a epífise e a diáfise, a metáfise (BARREIRO et al., 2009) Em um osso longo em crescimento, as epífises e as metáfises, originadas em dois centros de ossificação independentes, estão separadas por um revestimento cartilaginoso, a cartilagem epifisária (placa de crescimento) (AZEVEDO & CHAHADE, 2003a). O osso constitui-se de aproximadamente 70% de minerais, 22% de proteína e 8% de água (PIZAURO Jr, 2002). O colágeno do tipo I constitui, aproximadamente, cerca de 95% da matriz orgânica; os 5% restantes são compostos de proteoglicanas e várias outras proteínas do tipo não colagenosas (SANDY et al., 1996).

Os componentes inorgânicos, que são responsáveis pela rigidez, representam 75% do peso seco dos ossos, e são compostos formados por fosfato de cálcio e bicarbonato de cálcio. Os minerais estão presentes como uma mistura de cristais de hidroxiapatia, fosfato de cálcio amorfo e outros materiais. Outros elementos químicos como magnésio, sódio, potássio, hidróxido, fluoreto, estrôncio, zinco, radio, cloreto e sulfato estão presentes em pequenas quantidades. A deposição destes sais complexos fortalece grandemente a estrutura óssea (CURREY,1998.)

O gluconato de sódio geralmente é utilizado na indústria alimentar humana, como acidificante, coagulantes, e como um portador para os suplementos minerais. Ainda não está claramente definido o mecanismo de como melhorar a utilização do gluconato de sódio e fósforo para a interação entre ele e a fitase. Postula-se que o ácido cítrico pode competitivamente quelar o cálcio e reduzir a ligação do cálcio pelo fitato, impedindo assim a formação de insolúveis de cálcio fitato-complexos. Este último pode resultar na fitato de dieta, sendo mais susceptíveis a endógeno e fitase exterior (BOLING et al., 2000). APPLEGATE et al. (2003) especularam que o ácido cítrico pode diminuir o pH da digesta no intestino delgado, pelo ácido fítico, inibindo a partir de quelantes minerais, e formar sais de fitato insolúveis que são resistentes à hidrólise pelas enzimas fitase endógenas. Essas teorias podem também ser verdadeiras para o gluconato de sódio, e para a interação entre o gluconato de sódio e fitase.

REFERÊNCIAS

AMARANTE JUNIOR, V. S. et al. 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.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento técnico sobre aditivos utilizados segundo as boas práticas de fabricação e suas funções. Resolução RDC nº 234, de 19 de agosto de 2002. D.O.U. - **Diário Oficial da União**; Poder Executivo, de 21 de agosto de 2002.

APPLEGATE et al., 2003 T.J. Applegate, R. Angel and H.L. Classen, Effect of dietary calcium, 25-hydroxycholecalciferol, or bird strain on small intestinal phytase activity in broiler chickens, **Poultry Science**. **82** (2003), pp. 1140–1148. View Record in Scopus | Cited By in Scopus (24)

ASANO et al., 1994 T. Asano, K. Yuasa, K. Kunugita, T. Teraji and T. Mitsuoka, Effects of gluconic on human faecal bacteria, *Microb. **Ecol. Health Dis.*** **7** (1994), pp. 247–256.

ATENCIO; et al. Exigências de Metionina + Cistina para Frangos de Corte Machos em diferentes fases de criação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1152 – 1116, 2004.

AZEVEDO, E.; CHAHADE, W. H. **Anatomia, ultra-estrutura e remodelamento do tecido ósseo. In: ANIJAR, JR. Densitometria óssea: na prática médica.** São Paulo: Sarvier, 2003a. P.1-8.

BARBI, J.H.T.; DIBNER, J.; PEAK, S. Mais que uma fonte de metionina. **Revista Aveworld**, agos/set, 2004

BARREIRO, F. R. ; SAGULA, A. L. ; JUNQUEIRA, O. M. ; PEREIRA, G. T. ; Baraldi-Artoni, S. M. . Densitometric and biochemical values of broiler tibias at different ages. **Poultry Science**. v. 88, p. 2644-2648, 2009.

BIAGI, G.; PIVA, A.; MOSCHINI, M. et al. Effect of gluconic acid on piglet growth performance, intestinal microflora, and intestinal wall morphology. **Journal Animal Science**, v.84, p.370-378, 2006.

BOEBEL, K. P.; BAKER, D. H. Efficacy of the calcium salt and free acid forms of methionine hydroxy analog for chicks. **Poultry Science**, v.61, p.1167-1175, 1982.

BOOMGARDT, J.; BAKER, D. H. Effect of dietary energy concentration on sulfur amino acid requirement and body composition of young chicks. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.36, n.2, p.307-311, 1973.

BOLING et al., 2000 S.D. BOLING, D.M. WEBEL, I. Mavromichalis, C.M. Parsons and D.H. Baker, The effects of citric acid on phytate phosphorus utilization in young chicks and pigs, *J. Animal. Science*. 78 (2000), pp. 682–689. View Record in Scopus | Cited By in Scopus (37)

BLOCK, R. J.; JACKSON, R. W. The metabolism of cystine and methionine. **Journal of Biology and Chemistry**, v.97, p.CVI-CVII, (abstr.), 1932.

BRUMANO, G. Fatores que influenciam as exigências de metionin+cistina para aves e suínos. **Revista Eletronica Nutritime**, v.5, nº6, Artigo Número 73, p. 749-761 Novembro/Dezembro 2008.

CHAMRUSPOLLERT, M. **Interrelationships between dietary arginine, methionine, and environmental temperature affect growth and creatine biosynthesis in young broiler chicks**. Athens, Georgia: University of Georgia, 2001. 236p. (PhD Thesis) - University of Georgia, 2001.

CONHALATO, G.S.; DONZELE, J.L.; ALBINO, L.F.T. et al. Níveis de lisina digestível para frangos de corte machos na fase de 21 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.1, p.91-97, 1999.

COOK, M.E. Skeletal deformities and their causes: Introduction. **Poultry Science**, v. 79, p. 982 – 984, 2000.

CURREY, J. D. the mechanical adaptations of bones. In: STEVENSON, J. C.; LINDAY, R. Osteoporosis. Princeton University Press. **Chapman & Hall Medical**. 1998.

DAENNER, E.; BESSEL, W. Effectiveness of liquid DL-methionine hydroxy analogue-free acid (DL-MHA-AL) compared to DL-methionine on performance of laying hens. **Archiv Fuer Geflügelkunde**, v. 66, p.97-101, 2002.

DEPPENMEIER U., HOFFMEISTER M., PRUST C. **Appl. Microbiol. Biotechnol.**, 60:233–242. 2002.

DIBNER, J. J. et al. Absorption of ^{14}C -2-hydroxy-4- (methylthio) butanoic acid (Alimet) from the hindgut of the broiler chick. **Poultry Science**, v.67, p.1314-1321, 1988.

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

GERALDO, A. Aminoácidos sulfurosos, lisina, e treonina digestíveis para frangos de corteio. **Lavras, MG**: UFLA, 189 p. Dissertação. 2006.

GIBSON G.R., ROBERFORID, M.B. Dietary modulation of the human colonic microbiota, introducing the concept of prebiotics. **Journal of Nutrition**, v.125, p.140-1412, 1995.

HRUBY, M., **The amino acid maintenance and growth requirements of male broilers**. 1998. Thesis (Ph.D.) - University of Minnesota, Minnesota, US.

HAN, Y.; et al. Absorption and bioavailability of DL-methionine hydroxy analogue compared to DL-methionine. **Poultry Science**, v.69, p.281-287, 1990.

HARMS, R. H., RUSSEL, G. B. Optimizing egg mass with amino acid supplementation of a low protein diet. **Poultry Science**, v. 72, n.1, p. 1892-96, 1993.

HASHIZUME, K., TSUKAHARA T., YAMADA K., KOYAMA H., USHIDA K., J. **Nutr.**, 133:3187–3190, 2003.

JENSEN, L. S. Concepts of amino acid and protein nutrition in poultry. In: COLÉGIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 1990, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 1990. p. 99 - 108.

KAMEUE, C.; TSUKAHARA, T.; YAMADA, K. et al. Dietary sodium gluconate protects rats from large bowel cancer by stimulating butyrate production. **The Journal of Nutrition**, v.134, p.940-944, 2004.

KALINOWSKI, A.; MORAN JR, E. T.; WYATT. C. Methionine and cystine requirements of slow- and fast-feathering male broilers from three to six weeks of age. **Poultry Science**, Savoy, v.82, p. 1428–1437, 2003b.

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

LARBIER, M. A comparative study on the digestibility of methionine hydroxy analogue (MHA) and of DL-methionine on adult cocks. In YAMADA Y. (Ed.) **Proceedings XVIII World's Poultry Congress**, Nagoya, Japan, P. 823-825, 1988.

LEESON & SUMMERS J. D. **Nutrition of the chicken**. 4th edition. P. 591, 2001.

NELSON, D. L., COX, M. M. Lehninger – **Principles of Biochemistry**. Four edition, 1119p. 2006.

LEMME, A. et al. Relative effectiveness of methionine hidroxy analog compared to DL-methionine in broiler chickens. **Poultry Science**. V. 81; p. 838-845, 2002.

MCBRIDE, B.W., KELLY, J.M. E nergy cost ofabsorption and metabolism in the ruminant gastrointestinal tract and liver: A review. **Journal Animal Science**, 68:2997-3010, 1990.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, L. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. Capítulo: Estrutura Funcional do Trato Digestorio**, p. 75-95, Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002.

MAENZ. DD.; ENGELE-SCHANN, C.M. Methionine and 2-hydroxy-4-methylthiobutanoic acid are partially converted to nonabsorbed compounds during passage through the small intestine and heat exposure does not effect small intestinal absorption of methionine sources in broilers chicks. **Jornal Nutrition**, v 126; p. 1438-1444, 1996.

MAIORKA, Alex et. al. **Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte. Segunda Edição Ampliada**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. 375 p.

MARTÍN-VENEGAS, R.; GERAERT, P.A.; FERRER, R. Conversion of the methionine hydroxy analogue DL-2- hydroxy-(4-methylthio)butanoic acid to sulfur-containing amino acids in the chicken small intestine. **Poultry Science**, v. 85, p.1932–1938, 2006.

MENDONÇA CX, JENSEN LS. Influence of protein concentration on the sulphur amino acid requirement of broiler chickens during the finishing period. **British Poultry Science** 1989; 30: 889-98.

NELSON, D. L., COX, M. M. Lehninger – **Principles of Biochemistry**. Four edition, 1119p. 2006.

NRC-NATIONAL RESEARCH CONCIL - Nutrient Requeriments of Poultry. 9. Ed. Washington, **National Academy of Sciences**, p. 155, 1994.

PIZAURO JR, J. M. Estrutura e função do tecido ósseo. In: MACARI, M., FURLAN, R. L., GONZALES, E. **Fisiologia aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. p. 247-265.

POEIKHAMPHA, T.; BUNCHASAK, C.; KOONAWOOTRITTRIRON, S. et al. Effects of sodium gluconate on production performance and intestinal microorganisms of starter piglets. **International Conference on Integration of Science & Technology for Sustainable Development, Bangkok, Thailand**. v.26-27, p.74-77, 2007.

RADEMACHER, M. Por qué es importante considerar la proporción “minima” de metionina sobre metionina + cistina total en las dietas de cerdos? **Amino News**, Hanau-Wolfgang, v.1, n.1, p.7-10, 2001.

RAFACZ-LIVINGSTON et al., 2005a K.A. Rafacz-Livingston, C.M. Parsons and R.A. Jungk, The effects of various organic acids on phytate phosphorus utilization in chicks, **Poultry. Science**. 84 (2005), pp. 1356–1362.

REID, B. L.; MADRID, A.; MALDRINO, P. M. Relative biopotency of three methionine sources for laying hens. **Poultry Science**, v. 61, p. 726-730, 1982.

ROSTAGNO, Horácio Santiago et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. Segunda edição. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2005. 186 p.

SANDY, C., et al. **The structure and development of bone : Principles of bone biology. Chapter 1**. Department of Cell Biology, University of Massachusetts Medical School, Worcester, Massachusetts. 1996.

SCHUTTE, J.B., PACK, M. 1995b. Sulfur amino acid requirement of broilers chicken from fourteen to thirty-eight days of age. 1.Performance and carcass yield. **Poultry Science**, 74:480-487.

SILVA, M.A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. Efeito do nível de proteína bruta sobre as exigências em metionina + cistina para frangos de corte. In: CONFERÊNCIA AFINCO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS AVÍCOLAS, 1995, Curitiba, 1995. **Anais...** Curitiba: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1995. p.41 - 42.

SORIANO-GARCÍA, J. F.; et al. Multiple pathways for L-methionine transport in brush-border membrane vesicles from chicken jejunum. **The Journal of Physiology**, v. 509; p. 527-539, 1998.

TARACHAI, P. EYAMAUCHI, K. ; 2000. Effects of luminal nutrient absorption, intraluminal physical stimulation and intravenous parenteral alimentation on the recovery responses of duodenal villus morphology following feed withdrawal in chickens. **Poultry Science**, 79, 1578-1585.

TSUKAHARA,T.; KOYAMA, H.; OKADA, M. et al. Stimulation of butyrate production by gluconic acid in batch culture of pig cecal digesta and identification of butyrate-producing bacteria. **The Journal of Nutrition**, v.132, p. 2229-2234, 2002.

UNI, Z., PLATIN R.,SKLAN, D. Cell proliferation in chicken intestinal epithelium occurs both in the crypt and along the villus. **Comparative Physiology B**, 168:241-247, 1998b.

VIEIRA, S.L.; LEMME A.; GOLDENBERG D.B.; BRUGALLI I. Responses of Growing Broilers to Diets with Increased Sulfur Amino Acids to Lysine Ratios at Two Dietary

Protein Levels. Savoy, **Poultry Science**, Savoy, v. 83, p.1307–1313, 2004.

VISENTINI et al. Levels of substitution of DL-methionine by methionine hydroxyl analogue in basis equimolar in broilers diets. **Revista Ciência Rural**, v. 35 (6); p. 1400-1405, 2005.

WATKINS, B.A. **Longitudinal growth and modeling of bone**. Disponível em: < www.hubbardsfarms.com. >. Acesso em: 25 de maio de 2007.

YANLI GUO.; et al. Effects of sodium gluconate and phytase on performance and bone characteristics in broiler chickens. **Animal feed Science and Technology**, v 150, p. 270-282, 2008.

CAPÍTULO 2 – EFEITO DO GLUCONATO DE SÓDIO E FONTES DE METIONINA SOBRE O DESEMPENHO, RENDIMENTO DE CARÇAÇA, MORFOMETRIA INTESTINAL E DENSITOMETRIA ÓSSEA DE FRANGOS DE CORTE DE 22 A 42 DIAS DE IDADE

RESUMO – O objetivo do estudo foi avaliar o efeito de gluconato de sódio adicionado a duas fontes de metionina DL-Metionina (DLM) e metionina hidróxi análoga (MHA) sobre o desempenho, rendimento de carcaça e de partes, morfometria intestinal e densitometria óssea de frangos de corte de 22 a 42 dias de idade. Foram utilizados 600 frangos da linhagem Cobb® 500, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 2 (dois níveis de gluconato de sódio x duas fontes de metionina), totalizando quatro tratamentos e seis repetições de 25 aves por unidade experimental. Todas as variáveis foram submetidas à análise de variância e em caso de significância as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. Houve interação entre os fatores para profundidade da cripta e a relação cripta:vilo; observou-se que a adição de 2000 ppm de gluconato junto com a fonte MHA a profundidade da cripta cresceu, e com a adição da fonte DLM a relação cripta.vilo aumentou. Para as demais variáveis não houve interação significativa. Os frangos de corte alimentados com a fonte DLM digestível apresentaram maior rendimento de carcaça e de peito, maior aumento no comprimento do vilo e a relação vilo:cripta. A adição de gluconato apresentou maior consumo de ração, pior conversão alimentar e maior comprimento do vilo. Conclui-se que (1) a fonte DLM digestível melhora o rendimento de carcaça e peito e a integridade intestinal; (2) a adição de 2000 ppm de gluconato proporciona uma boa integridade intestinal e piora a conversão alimentar, embora, tende a melhorar o rendimento de peito, coxa+sobrecoxa e asas sem efeito estatístico, evidenciando a necessidade de novos estudos com diferentes níveis deste aditivo.

Palavras-Chave: aminoácidos sintéticos, avicultura, nutrição, saúde intestinal

EFFECTS OF SODIUM GLUCONATE AND METHIONINE SOURCES ON PERFORMANCE, CARCASS YIELD, INTESTINAL MORPHOMETRY AND BONE DENSITOMETRY OF 22 TO 42 DAYS OLD BROILERS

ABSTRACT – the studies were conducted to evaluate the effect of sodium gluconate added to two sources of methionine, i.e. DL-methionine (DLM) and methionine hidroxide analogue (MHA), on performance, carcass and parts yield, intestinal morphometry and bone densitometry of broilers 22 to 42 days old. 600 broilers Cobb 500® were distributed in a completely randomized design in a factorial 2 x 2 (two levels of sodium gluconate and two methionine sources), totaling four treatments and six replicates of 25 birds each. All variables were submitted to the analysis of variance and when significant, the means were compared by the Tukey test. There was an interaction between the factors of crypt depth and crypt:villus ratio, it was observed that with the addition of 2000 ppm of gluconate together with the MHA source the crypt depth increased, and with the addition of the DLM source the crypt:villus ratio augmented. No significant interaction was observed for the other variables. The broilers fed with the digestible DLM source showed higher carcass and breast yield, greater increase in villus height and villus:crypt ratio. The addition of sodium gluconate showed higher feed intake, worse feed conversion and increase in villus height. In conclusion (1) the digestible DLM source improves the carcass and breast yield, as well as intestinal integrity; (2) the addition of 2000 ppm of gluconate provides good intestinal integrity and worsens feed conversion, although it tends to improve the yield of breast, thigh + drumstick and wings; these improvements are of no statistical significance, underlining the need for further studies with different levels of this additive.

Keywords: intestinal health, nutrition, poultry farming, synthetic amino acids

INTRODUÇÃO

Com o aumento na produção de frangos de corte, os nutricionistas têm se empenhado em buscar soluções para atender as exigências nutricionais das aves que, devido ao rápido crescimento e a conseqüente redução no tempo de abate, passaram a exigir alimentos de melhor qualidade.

A metionina é um aminoácido sulfurado essencial e aparece como primeiro limitante na nutrição das aves. Isso se deve ao fato das rações de aves serem formuladas à base de milho e farelo de soja, fontes de energia e proteína, respectivamente. Entretanto, esses ingredientes não suprem as exigências dos aminoácidos essenciais em quantidades suficientes para um ótimo desempenho animal. (DAENNER e BASSEI, 2002).

Os aminoácidos sulfurados (metionina e cistina) são essenciais pelas aves para inúmeras funções metabólicas, como constituintes primários dos tecidos estruturais e de proteção no que se refere à produção de anticorpos (ALBINO et al., 1999). Outras funções da metionina incluem a doação de radicais metil, sendo precursora para a biossíntese de cistina, através do mecanismo de trans-sulfuração (NELSON & COX, 2006).

Para a suplementação de metionina há duas fontes alternativas que podem ser utilizadas: a DL-Metionina (DLM) na forma de pó e a Metionina Hidroxi Análoga Acido Livre (MHA-AL) na forma líquida (WEERDEN & SHUTTE, 1984). Com o aparecimento dos hidróxi análogos surgiram muitas controvérsias quanto à equivalência em relação à DLM. Conhecer o relativo valor nutricional da MHA comparada a DLM, 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.

A biodisponibilidade da MHA é menor que a DLM. Segundo SORIANO-GARCIA et al. (1998) o gluconato de sódio pode ter a finalidade de aumentar a absorção da metionina pela mucosa intestinal, melhorando o aproveitamento desse aminoácido pelo animal.

Este experimento foi conduzido para avaliar o efeito do gluconato de sódio adicionado a duas fontes de metionina DLM e MHA sobre o desempenho, rendimento de carcaça e de partes, integridade da mucosa intestinal e densitometria óssea de frangos de corte de 22 a 42 dias de idade.

MATERIAL E MÉTODOS

1. Aves e manejo experimental

O experimento foi conduzido nos meses de outubro a novembro de 2010, no Setor de Avicultura da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Câmpus de Jaboticabal, durante a fase de crescimento (22 a 42 dias de idade).

Foram utilizados 600 pintos de corte machos com um dia de idade, da linhagem Cobb-500[®], no 22º dia de idade, foram montadas unidades experimentais com frangos pesando em média 820,4 g. As aves foram alojadas em um galpão experimental de alvenaria com 80 boxes, cobertura de telha sanduíche, piso de concreto, paredes laterais com 0,30 m de altura, completados com tela de arame até o telhado e cortinado externo móvel, dividido em boxes de 3,2 x 1,4m, separados por muretas de alvenaria de 0,40 m de altura e completadas com tela de arame até uma altura de 1,80 m.

Utilizou-se cama de maravalha sendo a quantidade colocada por box de 1,2 kg de matéria seca/ave alojada.

O fornecimento de ração e água foi *ad libitum* durante todo o período experimental. Para isso, foram utilizados comedouros tubulares infantis e bebedouros de alumínio, sendo os mesmos substituídos gradativamente por comedouros tubulares com capacidade para 20 kg de ração e bebedouros pendulares após a primeira semana de idade.

O aquecimento inicial foi realizado através de lâmpadas infravermelho (250 watts) garantindo temperatura ambiente entre 28 a 30°C, durante as duas primeiras semanas de vida. O programa de luz adotado foi contínuo (24 horas de luz natural + artificial), durante todo o período experimental.

Os pintos foram vacinados contra a doença de Marek, Gumboro e Bouda no

incubatório, seguindo-se a vacinação no 5º e 21º dias contra a doença de Gumboro e no 8º dia contra a doença de New Castle, via água, utilizando leite em pó como veículo (2g/L).

Diariamente foram registradas as temperaturas e umidades máximas e mínimas (Tabela1) do ambiente, por meio de termo-higrômetro digitais localizados estrategicamente à altura das aves.

Tabela 1. Médias das temperaturas e umidades relativas máximas e mínimas, registradas diariamente no interior do galpão durante o período experimental.

Período	Temperatura ambiente (°C)		Umidade do ar (%)	
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima
01 a 21 dias	23,30 (19,6)*	33,43 (36,8)*	41,16 (33,12)*	72,47 (78,25)*
22 a 42 dias	24,85 (23,1)*	36,21 (38,5)*	47,75 (38,14)*	77,85 (83,24)*

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

2. Delineamento e tratamentos experimentais

Durante o período inicial (1 a 21 dias de idade), as aves foram criadas em galpão convencional, recebendo ração com 3.020 kcal de EM/kg e 21,46% de PB, para satisfazer suas exigências nutricionais, segundo as recomendações de ROSTAGNO et al. (2005) para as fases de 1 a 7 e 8 a 21 dias de idade.

Ao final do 21º dia de idade os frangos foram selecionados pelo peso corporal e distribuídos em delineamento inteiramente casualizado no esquema fatorial 2 x 2 (2 níveis de gluconato de sódio x 2 fontes de metionina, sendo as fontes DLM e MHA), totalizando quatro tratamentos e seis repetições de 25 aves por unidade experimental. Os tratamentos experimentais estão mostrados na Tabela 2. As rações foram formuladas para atenderem às exigências nutricionais de acordo com ROSTAGNO et al., (2005) sendo isonutritivas, como pode ser observado na Tabela 3.

Tabla 2. Representação dos tratamentos experimentais na fase de 22 a 42 dias de idade

Tratamentos	Níveis de Met.+Cist. (%)	Níveis de Gluc. de Na (ppm)
DLM.+Cist	0,77	0
DLM+Cist	0,77	2000
Met. Hidróxi Análoga	0,77	0
Met. Hidróxi Análoga	0,77	2000

Observação: Considerou-se para a metionina hidróxi análoga utilizada 82% de atividade em relação à DLM.

Tabela 3. Composição percentual das rações experimentais para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade

Ingredientes (%)	DLM	MHA
Milho grão	66, 21	66, 16
Farelo de soja	30, 08	30, 09
Fosfato bicalcico	1, 69	1, 69
Calcário calcítico	0, 78	0, 78
Sal comum	0, 41	0, 41
DL-Metionina	0, 23	0, 00
MHA	0, 00	0, 27
L-Lisina-HCL	0, 20	0, 20
Suplemento vitamínico mineral*	0, 20	0, 20
Porção variável**	0, 20	0, 20
Total	100	100
Nutrientes	Níveis calculados	
Energ. Met. (kcal/kg)	2, 95	2, 95
Proteína Bruta (%)	19, 41	19, 41
Cálcio (%)	0, 83	0, 83
Fósforo Disponível (%)	0, 41	0, 41
Sódio (%)	0, 21	0, 21
Histidina dig (%)	0, 16	0, 16
Isoleucina dig. (%)	0, 74	0, 74
Leucina dig. (%)	0, 64	0, 64
Lisina dig. Total (%)	1, 10	0, 10
Met + cist. dig. (%)	0, 77	0, 77
Metionina dig. (%)	0, 50	0, 50
Potássio (%)	0, 51	0, 51
Treonina dig. (%)	0, 18	0, 18
Triptofano dig. (%)	0, 04	0, 04
Valina dig. (%)	0, 23	0, 23

* Suplemento vitamínico e mineral – Composição/kg: 11.000 UI vitamina A, 2.000 UI vitamina D₃, 13 mg vitamina E, 2,5 mg vitamina K₃, 1 mg vitamina B₁, 5 mg vitamina B₂, 1,5 mg vitamina B₆, 15 mcg vitamina B₁₂, 13 mg pantotenato de cálcio, 35 mg niacina, 0,5 mg biotina, 0,5 mg ácido fólico, 10 mg Cu, 0,1 mg Co, 10 mg I, 50 mg Fe, 60 mg Mn, 45 mg Zn, 0,2 mg Se, 4 mg antioxidante, 2 g veículo q.s.p, 250 g salinomicina.

** A porção variável se constituiu de areia lavado e/ou gluconato de sódio (0.2%).

3. Parâmetros avaliados

3.1 Desempenho

Aos 42 dias de idade, as aves e as sobras de rações foram pesadas para mensuração dos parâmetros de desempenho: peso médio, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar.

3.2 Rendimento de carcaça e de cortes

Aos 42 dias de idade foram separadas 12 aves por tratamento para o abate. As aves foram identificadas, pesadas individualmente e separadas em boxes. Após o jejum alimentar de 8 horas, as aves foram insensibilizadas por atordoamento e abatidas por sangria mediante corte da veia jugular, sendo posteriormente escaldadas, depenadas e evisceradas.

O peso individual de cada ave foi obtido após jejum de 8 horas, antes do abate, para efetuar o cálculo do rendimento de carcaça. Os pesos de peito, coxa+sobrecoxa, dorso e asas, foram obtidos segundo metodologia descrita por MENDES et al. (1993). Os cortes (peito, coxa+sobrecoxa, asa e dorso), foram pesados em balança digital com capacidade de 20 kg e precisão de 1,00g. O rendimento dos cortes foi calculado em relação ao peso da carcaça quente sem vísceras, cabeça, pescoço e pés, sendo o rendimento da carcaça relacionado com o peso vivo de abate.

3.3 Morfometria do duodeno

As características avaliadas foram: comprimento das vilosidades do duodeno (Vilo), profundidade das criptas (Cripta) e a relação comprimento do vilo/profundidade de cripta (Vilo:Cripta), ilustradas na Figura 1. Para avaliação destas características foram abatidas, aleatoriamente, ao final do período experimental, seis aves por tratamento, perfazendo um total de 24 aves. Após o abate, foram colhidas amostras com aproximadamente 2,0 cm de comprimento da porção proximal do duodeno de cada

ave. Estas amostras foram abertas em sua borda mesentérica, lavadas, estendidas pela túnica serosa e fixadas em solução de Bouin.

Depois de 24 horas na solução fixadora de Bouin, as amostras de duodeno foram processadas no Laboratório de Histologia do Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal da FCAV/UNESP.

Tais amostras foram lavadas em álcool etílico a 70% e a seguir desidratadas em séries crescentes de alcoóis, recortadas, diafanizadas em benzol e processadas, com o intuito de incluir o material em paraplast. A seguir, foram realizados cinco cortes semi-seriados histológicos de seis μm de espessura e corados segundo a técnica de Hematoxilina e Eosina – HE. (BEHMER et al., 2003) para cada animal. Posteriormente o material foi acondicionado em caixas histológicas numeradas de acordo com os tratamentos.

As lâminas devidamente coradas foram fotografadas em lupa (LEICA DM 2500) com lente objetiva 5x utilizando o programa LEICA QWin V3, pertencentes ao Laboratório de Anatomia do Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal da FCAV/UNESP. As análises morfométricas da mucosa intestinal em microscopia de luz foram realizadas com auxílio do programa Image J[®] (RASBAND, 2004).

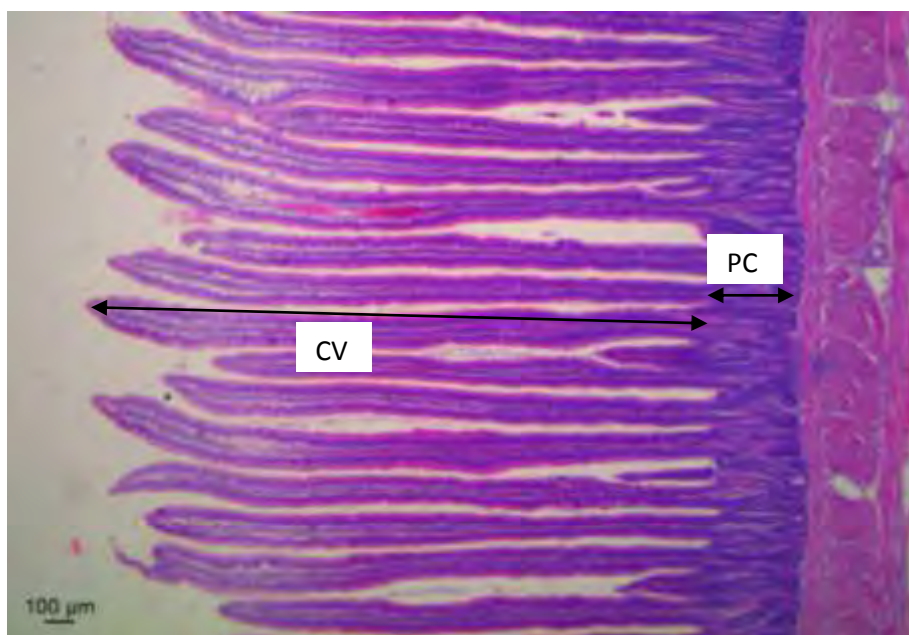


Figura 1- Fotomicrografia do duodeno de frangos de corte aos 42 dias de idade evidenciando comprimento do vilão (CV), profundidade da cripta (PC).

3.4 Densitometria óssea

Foram sacrificadas 20 aves, cinco por cada tratamento aos 21 e 42 dias de idade, para coleta do tibiotarso, os quais foram radiografados após extração dos tecidos moles e ligamentos.

Como referencial densitométrico nas tomadas radiográficas, foi utilizado um penetrômetro ou escada de alumínio (liga 6063, ABNT) de 12 degraus (0,5 mm de espessura para o primeiro degrau), variando de 0,5 em 0,5 mm até o décimo; o décimo primeiro com 6,0 mm de espessura; o décimo segundo com 8,0 mm de espessura; cada degrau com (5 x 25 mm² de área), que foi radiografado concomitantemente às peças ósseas.

Os filmes foram primeiramente identificados, revelados e fixados. Em seguida foram aferidas as medidas da densidade óssea do tibiotarso esquerdo das aves, nas três regiões (epífise proximal, diáfise e epífise distal), para os oito tratamentos, sendo que os valores de densidade óssea foram expressos em milímetros de alumínio (mmAl). As leituras densitométricas foram realizadas após a digitalização das imagens radiográficas, em scanner apropriado para este tipo de material, e o armazenamento das mesmas em um microcomputador. Para tanto, utilizou-se um programa computacional "Image-Pro Plus Media Cybernetics", versão 4.1.

4. Análise estatística

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando o procedimento *General Linear Model* (GLM) do SAS[®] (SAS, Institute, 2002). Quando a análise de variância indicou efeito significativo entre tratamentos foi realizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Desempenho

As médias e as análises estatísticas dos resultados de peso médio, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar das aves no período de 22 a 42 dias de idade, em função das fontes de metionina (DLM e MHA) e os dois níveis de gluconato de sódio (0 e 2000 ppm) testados, são apresentadas na Tabela 4.

As fontes de met.+cist. digestíveis não influenciaram as variáveis do desempenho dos frangos de corte. O gluconato de sódio apresentou efeito significativo sobre o consumo da ração e conversão alimentar.

Com relação aos modelos fatoriais estudados não foi observada interação significativa, para nenhuma variável.

Tabela 4. Médias do consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte alimentados com dietas contendo duas fontes de metionina digestível (DLM e MHA) e dois níveis de gluconato de sódio na fase de 22 a 42 dias de idade.

Tratamentos	Ganho de Peso (kg)	Consumo de Ração (kg)	Conversão Alimentar (kg/kg)
Fontes de Met.+Cist.			
DLM	1,61	3,04	1,89
MHA	1,60	3,06	1,91
Gluconato de Sódio (ppm)			
0	1,61	3,06 ^B	1,90 ^A
2000	1,60	3,12 ^A	1,95 ^B
Fatores	Probabilidades		
Metionina (M)	0,874	0,119	0,181
Gluconato (G)	0,933	0,006 ^{**}	0,044 [*]
M x G	0,989	0,804	0,720
CV (%)	5,12	3,05	5,43

Médias seguidas de letras iguais na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, (P>0,05) **P > 0,01; * P > 0,05.

Analisando os resultados das variáveis de desempenho em função das duas fontes de metionina (DLM e MHA), não foi observada nenhuma diferença significativa ($P>0.01$), entre as variáveis estudadas. No entanto observou-se melhor desempenho quando os frangos foram alimentados com a ração contendo a fonte DLM.

A razão de não encontrar diferença significativa entre as duas fontes de metionina digestível na dieta para as características de desempenho, pode estar relacionado com a similaridade das formulações de ambas as fontes. Considerou-se para a MHA utilizada 82% de atividade em relação à DLM.

Os resultados encontrados concordam com os observados por (GARLICH 1985, BURESH & HARMS 1986, BASTIANI 1994 e MEIRELLES et al., 2003), que utilizando duas fontes de metionina (DLM e MHA) em dietas para frangos de corte, não encontraram diferenças significativas para o desempenho das aves.

Da mesma forma, pesquisas mais recentes realizadas por (DAENNER & BESSEI 2003, AMARANTE JUNIOR et al., 2005, HOEHLER et al., 2005; BUNCHASAK & KEAWARUN 2006, PAYNE et al., 2006, ROMBOLA et al., 2008 e LEITE et al., 2009, que demonstraram que a suplementação de rações com de MHA-AL (88%) ou com DLM, no mesmo nível, não apresentam diferenças significativas sobre o desempenho de frangos de corte.

Entretanto, HARMS et al. (1976), LEMME et al. (2002), EVONIK (2008) e SAUER et al. (2008) encontraram efeitos estatisticamente significativos avaliando as duas fontes de met.+cist. DLM e MHA, e tiveram como resultado que a fonte DLM foi a melhor para o desempenho nas aves.

As dietas contendo 2000 ppm de gluconato apresentou o maior consumo de ração e a pior conversão alimentar, as demais variáveis não apresentaram efeito significativo. Estes resultados discordam de YANLI GUO et al. (2008) encontraram efeito significativo maior ganho de peso nos frangos de 22 a 42 dias alimentados com 20g de gluconato na ração.

2. Rendimento de carcaça e de partes

Na Tabela 5 são apresentadas as médias e as análises estatísticas das características de rendimento de carcaça e de partes.

Não houve interação entre os fatores estudados (fontes de metionina x gluconato de sódio).

Tabela 5. Médias de rendimento de carcaça, rendimento de peito, rendimento de coxa+sobrecoxa, rendimento de asas e rendimento de dorso de frangos de corte aos 42 dias de idade, alimentados com dietas contendo duas fontes de metionina digestível (DLM e MHA) e dois níveis de gluconato de sódio.

Rendimento de carcaça e de partes (%)					
Tratamentos	Carcaça	Peito	Coxa+sobre Coxa	Asas	Dorso
Fontes de Met.+Cist.					
DLM	75,15 ^A	37,22 ^A	29,68	10,31	22,48 ^B
MHA	74,26 ^B	35,73 ^B	30,03	10,38	23,49 ^A
Gluconato de Sódio (ppm)					
0	74,58	36,01	29,88	10,30	23,34
2000	74,39	36,20	30,00	10,38	23,13
Fatores Probabilidades					
Metionina (M)	0,006 ^{**}	0,006 ^{**}	0,998	0,593	0,004 ^{**}
Gluconato (G)	0,457	0,058	0,609	0,760	0,251
M x G	0,496	0,856	0,929	0,465	0,718
CV (%)	2,57	6,21	5,70	6,06	9,04

Médias seguidas de letras iguais na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, (P>0,05) **P > 0,01; * P > 0,05.

Considerando os resultados obtidos em relação às fontes de met.+cist. digestível (DLM e MHA), os rendimentos de carcaça e de peito foram maiores nos frangos alimentados com a fonte de metionina DLM em relação à fonte MHA, sendo que este último grupo apresentou o melhor rendimento de dorso. Estes resultados concordam com HOEHLER et al. (2005) & EVONIK (2008), verificaram que dietas suplementadas com DLM obtiveram melhores rendimentos de peito e carcaça do que com a MHA. Segundo MORAN JR. (1994) relatou que os aminoácidos sulfurados dietéticos estimularam o crescimento dos músculos do peito em uma maior proporção que os

outros aminoácidos. Os rendimentos de coxa+sobrecoxa e asas não foram influenciados pelas fontes de metionina. HAN et al. (1990) trabalhando com frangos de corte machos encontraram uma retenção aproximadamente de 100% para a DLM e de 96 a 99% para a MHA-AL, afirmando que as diferenças de biodisponibilidade entre DLM e MHA-AL não devem ser devido a diferenças de absorção entre elas. Este mesmo autor, usando galos cetomizados, identificou que uma pequena quantidade de MHA-AL pode ser absorvida no ceco ou ser usada na microflora cecal, Já a DLM é totalmente absorvida no intestino delgado.

No entanto, diversos autores (LEMME et al., 2002, MEIRRELLES et al., 2003, PAYNE et al., 2006, BUNCHASAK & KEAWARUN 2006, ANDERSON, A. & POTRILLO, S. 2009) avaliaram a DLM e MHA substituídas na base equimolar como fontes de metionina em dietas para frangos de corte de 1 a 47 dias. Esses autores não observaram diferenças significativas entre as fontes para o rendimento de carcaça, peito e coxa+sobrecoxa.

O rendimento de carcaça e de partes não foram influenciados pelos níveis de gluconato de sódio utilizados, ao avaliar estes parâmetros observou-se maior rendimento de peito, coxa+sobrecoxa e asas apesar de não ter diferido estatisticamente. Não foi encontrado, na bibliografia disponível, nenhum trabalho a respeito do efeito do gluconato de sódio sobre o rendimento de carcaça de frangos de corte.

3. Morfometria do duodeno

Os resultados das características de morfometria, do duodeno de frangos de corte aos 21 dias foram: comprimento do vilo (792,03), profundidade da cripta (143,90) e a relação vilo:cripta (5,63). Na eclosão o sistema digestório está anatomicamente completo, mas sua capacidade funcional ainda não, assim nas duas primeiras semanas de idade o trato gastrointestinal sofre alterações morfológicas e fisiológicas. As alterações morfológicas mais evidentes são os aumentos no comprimento do intestino, na altura e densidade dos vilos, no número de enterócitos e células caliciformes. As alterações fisiológicas estão relacionadas com o aumento da capacidade de digestão e

absorção do intestino que ocorrem pelo aumento da produção de enzimas digestivas (MURAROLLI, 2008).

Os resultados médios das características morfométricas (comprimento do vilo, profundidade da cripta e relação vilo:cripta) dos segmentos do intestino delgado, aos 42 dias de idade, estão apresentados na Tabela 6.

Houve interação entre os fatores estudados ($P < 0,05$) para profundidade da cripta e a relação cripta:vilo do duodeno.

Tabela 6. Médias do comprimento dos vilos, profundidade das criptas e a relação vilo:cripta dos segmentos do intestino delgado (duodeno) de frangos de corte de 42 dias de idade alimentados com dietas contendo duas fontes de metionina digestível (DLM e MHA) e dois níveis de gluconato de sódio.

Tratamentos	Altura (μm)	Profundidade (μm)	Vilo:cripta (μm)
Fontes de Met.+Cist.			
DLM	839,08 ^A	138,37	6,21 ^A
MHA	796,72 ^B	141,34	5,61 ^B
Gluconato de Sódio (ppm)			
0	797,66 ^B	138,99	5,87
2000	838,15 ^A	140,72	5,96
Fatores	Probabilidades		
Metionina (M)	0,001 ^{**}	0,350	0,001 ^{**}
Gluconato (G)	0,002 ^{**}	0,587	0,402
M x G	0,057	0,001 ^{**}	0,001 ^{**}
CV (%)	9,41	14,73	11,42

Médias seguidas de letras iguais na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ($P > 0,05$) ^{**} $P > 0,01$; ^{*} $P > 0,05$.

Verificou-se diferença estatística significativa ($P < 0,05$) para as aves que receberam o tratamento contendo a fonte DLM, apresentando maior comprimento do vilo e a relação altura:cripta comparado com a fonte MHA. Uma das principais razões para estas diferenças pode ser a absorção intestinal. Estudos sobre a absorção das fontes de metionina em frangos de corte mostraram que a DLM é rapidamente absorvida na parte inicial do intestino delgado e desprezível na parte final. Para a MHA a absorção é muito mais lenta e menos eficiente por todo o trato digestivo. Assim, ao final do intestino delgado, foram encontrados cerca de 10 a 15% de MHA não

absorvidos (MAENZ & ENGELE-SCHAAN, 1996). De acordo com HASSEBERG (2002), as moléculas de MHA ao serem convertidas em L-Metionina por transaminação, acarretam perdas adicionais da eficácia biológica de MHA, as quais são adicionadas às perdas ocorridas no intestino; podendo ser esta mais uma razão para a baixa eficiência relativa da MHA em relação à DLM.

Com relação aos níveis de gluconato, o tratamento composto com 2000 ppm de gluconato promoveu crescimento da altura do vilo, profundidade da cripta e a relação vilo:cripta, embora este aumento não foi estaticamente significativo para as duas últimas variáveis.

Sabe-se que as vilosidades desempenham importante papel no processo de absorção de nutrientes no intestino delgado, sendo que o aumento desta estrutura proporciona maior superfície de contato e, como consequência, pode haver aumento na absorção dos nutrientes no lúmen intestinal (GARTNER & HIATT, 2001). De acordo com MACARI et al. (2002) quanto menor a contaminação por microorganismos indesejáveis no trato intestinal, maior será o crescimento destas vilosidades. Os resultados observados no presente estudo confirmaram com a literatura que o gluconato pode ter efeito prebiótico para os frangos de corte.

Observou-se interação entre os fatores estudados ($P < 0,05$) para profundidade da cripta e a relação cripta:vilo do duodeno cujos desdobramentos estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7. Desdobramento da interação (fontes de metionina x níveis de gluconato de sódio), para as variáveis profundidade da cripta e a relação da vilo:cripta.

Variável	Gluconato ppm	Fontes de metionina digestíveis		Média
		DLM	MHA	
Profundidade da Cripta µm	0	144,85 ^{Aa}	133,14 ^{Ba}	138,99
	2000	131,90 ^{Ab}	149,54 ^{Bb}	140,72
	Média	138,37	141,34	
Cripta:Vilo	0	5,81 ^{Aa}	5,92 ^{Ba}	5,86
	2000	6,61 ^{Ab}	5,30 ^{Ba}	5,95
	Média	6,21	5,61	

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O desdobramento da interação mostrou que, ao se utilizar o gluconato de sódio com a fonte MHA obteve-se uma maior profundidade da cripta e com a fonte DLM houve uma maior media para a relação cripta:vilo para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade. Este resultado pode ser explicado ao fato do gluconato de sódio proporcionar uma síntese adequada de butirato e conseqüentemente promove um ambiente intestinal saudável, aumentando a área de absorção e como conseqüência, o aproveitamento dos nutrientes (TSUKAHARA et al. 2002).

4. Densitometria óssea

Os resultados dos parâmetros analisados de densitometria óssea as médias obtidas aos 21 dias para epífise proximal (4,453), diáfise distal (5,108), e epífise distal (5,132). O desenvolvimento do tecido ósseo ocorre em função de uma interação entre fatores genéticos, nutricionais e ambientais (WATKINS, 1999; COOK, 2000). Os ossos desempenham várias funções, entre elas, crescimento, suporte/proteção, força de transmissão para contração muscular e movimento (BURWELL, 1986; LAWRENCE & FOWLER, 1997), por esses motivos é de grande importância um adequado desenvolvimento do tecido ósseo.

As medias dos resultados de densitometria óssea referentes às fontes de metionina e ao gluconato de sódio são apresentados na Tabela 8. Não foi observada interação significativa entre os fatores estudados.

Tabela 8. Médias de epífise proximal, diáfise e epífise distal de frangos de corte alimentados com dietas contendo duas fontes de metionina digestível (DLM e MHA) e dois níveis de gluconato de sódio aos 42 dias de idade.

Tratamentos	Epífise Proximal (mmAl)	Diáfise (mmAl)	Epífise Distal (mmAl)
Fontes de Met.+Cist.			
DLM	4, 07	4, 40	5, 36
MHA	4, 03	4, 39	4, 99
Gluconato de Sódio (ppm)			
0	3, 88	4, 42	5, 08
2000	4, 20	4, 36	5, 10
Probabilidades			
Metionina (M)	0,877	0,826	0,845
Gluconato (G)	0,126	0,532	0,256
M x G	0,952	0,345	0,457
CV (%)	12,07	4,61	7,55

Médias seguidas de letras iguais na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, (P>0,05) **P > 0,01; * P > 0,05.

Comparando as duas fontes de metionina digestível verificou-se maior média das variáveis estudadas para a fonte DLM em relação com a fonte MHA, apesar de não diferir estatisticamente (P>0,05).

Com relação aos níveis de gluconato de sódio, observou-se a maior densidade óssea na epífise proximal e epífise distal para a dieta com 2000 ppm, no entanto, esses dados não apresentaram diferenças estatísticas.

Estes resultados concordam com YANLI GUO et al. (2008) ao avaliar a adição de (20g/kg) de gluconato de sódio com a combinação da fitase em frangos de corte de 8 a 42 dias de idade, concluíram, que a suplementação de gluconato na dieta com baixa fitase aumentou o peso e as cinzas da tíbia aos 21 dias e tende a aumentar de 4779 mg a 5140 mg para os 42 dias de idade dos animais.

No entanto, discordam dos achados por RAFACZ-LIVINGSTON et al. (2005a) adicionaram 33,5 gramas de gluconato de sódio/kg na ração com baixo nível de fósforo, observaram respostas significativas para as cinzas da tíbia em frangos de 1 a 22 dias de idade.

CONCLUSÕES

Com base nos parâmetros de desempenho, rendimento de carcaça e de partes, morfometria do duodeno e densitometria óssea pode-se concluir que:

- A fonte DLM apresentou resultados satisfatórios para conversão alimentar, rendimento de carcaça, peito, comprimento do vilo e a relação vilo:cripta.
- O gluconato de sódio aumentou a profundidade das criptas e a relação vilo:cripta com a adição das fontes DLM e MHA respectivamente.
- A adição de 2000 ppm de gluconato de sódio afetou o desempenho das aves apresentando a pior conversão alimentar embora, promoveu melhoria no rendimento de peito, coxa+sobrecoxa e asas sem efeito estatístico o que evidencia a necessidade de novas pesquisas com diferentes níveis de este aditivo.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, A; PORTILLO, S. **Efecto de la sal Metionina Hidroxi-Análoga Cálcica y DL-Metionina sobre el desarrollo de pollos de engorde bajo condiciones de alimentación comercial**. 2009. Proyecto especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras. 25p.
- AMARANTE JUNIOR, V. S. et al. 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.
- 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.
- BASTIANI, M.F. **Avaliação de duas fontes de metionina e dois níveis de adição, no desempenho de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade**. 1994. 52f. Dissertação

(Mestrado Zootecnia) – Curso de pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria.

BEHMER, O.A.; TOLOSA, E.M.C.; FREITAS-NETO, A.G. **Manual de técnicas para histologia normal e patológica**. Barueri – SP: Manole, 2003, 331p.

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

BURESH, R.E; HARMS, R.H. Comparasion of DL-Methionine and Alimet[®] with broilers when full fedor resticed. **Nutrition Reports International**, v. 33, n.3, p. 449-457, 1986.

BURWELL, R.G. The growth of bone. In: Buttery, B.J.; Haynes, N.B.; Lindsay, D.B. (Eds.). **Control and manipulation of animal growth**, 1986.

COOK, M.E. Skeletal deformities and their causes: Introduction. **Poultry Science**, v. 79, p. 982 – 984, 2000.

DAENNER, E.; BESSEI, W. Effectiveness ofliquid DLmethionine hydroxy analogue-free acid (DL-MHA-AL) compared to DL-methionine on performance of laying hens. **Archive Fuer Geflügelkunde**, v. 66, p.97-101, 2002.

DAENNER, E.; BESSEI, W. Influence of supplementation with liquid DL- methionine hydroxy analogue-free acid (Alimet) or DL-methionine on performance of broilers. **Journal Applied of Poultry Research**, v. 12, p.101-105, 2003.

EVONIK. 2008. Nutritional value of methionine hydroxy analogue calcium salt compared with both pure DL-Methionine and diluted DL-methionine with 65% purity. Evonik Degussa, Germany. **Poultry**. 1570:1-5.

GARLICH, J.D. Response of broilers to DL-Methionine hidroxy analog free acid, DL-Methionine and L-Methionine. **Poultry Science**, v.64; p. 1541-1548, 1985.

GARTNER, L. P., AND J. L. HIATT. **Color Textbook of Histology**. 2nd ed. W. B Saunders, Baltimore, MD. 2001.

HARMS, H; ELDRED. A; DAMRON. B. 1976. The relative efficiency of DL- Methionine and methionine hydroxy analogue-calcium in broiler diets. **Poultry Science**. 55:1794-1797.

HAN, Y,; CASTANON, F,; PARSONS, C.M,; BAKER, D.H. Absorption and bioavailability of DL-methionine hydroxyl analogue compared to DL-methionine. **Poultry Science**, v.69; p. 281-287, 1990.

HASSEBERG, H.A. **No hay una monomerización importante en metionina hidroxi análoga**. Amino NewsTM., v.3., n°1, Marzo-2002.

HOEHLER, D; LEMME, A; JENSEN, S K; VIEIRA, S L. 2005. Relative effectiveness of methionine sources in diets for broiler chickens. **Journal of Applied Poultry Research**. 14:679-693.

LAWRENCE, T.L.J.; FOWLER, V.R. Growth of farm animals. **CAB International**: New York, p. 26 – 101, 1997.

LEITE, R.S. et al. Efeitos de planos nutricionais e de fontes de metionina sobre o desempenho, rendimento e composição de carcaças de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, n.5, p.1120- 1127, 2009.

LEMMER, A. et al. Relative effectiveness of methionine hidroxy analog compared to DL-methionine in broiler chickens. **Poultry Science**. V. 81; p. 838-845, 2002.

MAENZ, D.D.; ENGELE-SHANN, C.M. Methionine and 2-hydroxy-4-methylthiobutanoic acid are partially converted to nonabsorbable compounds during passage through the small intestine and heat exposure does not effect small intestinal absorption of methionine sources in broilers chicks. **Journal Nutrition**, v. 126; p. 1438-1444, 1996.

MENDES, A.A.; GARCIA, E.A.; GONZALEZ, E. et al. Efeito de linhagem e idade de abate sobre o rendimento de carcaça de frangos de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.3, p.466-472, 1993.

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

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.

MURAROLLI, V.D.A. **Efeito de probiótico, prebiótico e simbiótico sobre o desempenho, morfologia intestinal e imunidade de frangos de corte.** 2008. 101f. Dissertacao (Mestre em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinaria e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga.

NELSON, D. L., COX, M. M. Lehninger – **Principles of Biochemistry**. Four edition, 1119p. 2006.

PAYNE, R.L. et al. Bioavailability of methionine hydroxyl analog-free acid relative to DL-methionine in broilers. **Animal Science Journal**, v. 77, p.427-439, 2006.

RAFACZ-LIVINGSTON et al., 2005a K.A. Rafacz-Livingston, C.M. Parsons and R.A. Jungk, The effects of various organic acids on phytate phosphorus utilization in chicks, **Poultry. Science**. 84 (2005), pp. 1356–1362.

RASBAND, W. S. Image J. National Institute of Health, Bethesda, Maryland, USA. <http://rsb.info.nih.gov/ij/>, 2004.

ROMBOLA, L.G. et al. Fontes de metionina em rações formuladas com base em aminoácidos totais ou digestíveis para frangas de reposição leves e semipesadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n.11, p.1990-1995, 2008.

ROSTAGNO, Horácio Santiago et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. Segunda edição. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2005. 186 p.

SAS INSTITUTE INC. **SAS System for Microsoft Windows**, Release 6.12. Cary. NC,. USA, 2002.

SAUER, N; EMRICH, K; PIEPOHO, H P; LEMME, A; REDSHAW, M S; MOSENTHIN, R. 2008 .Meta-Analysis of the relative efficiency of Methionine-Hydroxy-Analogue- free-acid compared with DL-Methionine in broilers using nonlinear mixed models. **Poultry Science**. 87:2023-2031.

SORIANO-GARCÍA, J. F.; et al. Multiple pathways for L-methionine transport in brush-border membrane vesicles from chicken jejunum. **The Journal of Physiology**, v. 509; p. 527-539, 1998.

TSUKAHARA,T.; KOYAMA, H.; OKADA, M. et al. Stimulation of butyrate production by gluconic acid in batch culture of pig cecal digesta and identification of butyrate-producing bacteria. **The Journal of Nutrition**, v.132, p. 2229-2234, 2002.

WEERDEN, E.J. VAN; SCHUTTE, J.B. Comparasion of DL-methionine, DL-methionine-Na, DL-methionine hydroxy analogue-Ca and DL-methionine hydroxy analogue free acid with layers. **Poultry Science**, v. 63; p. 1793-1799, 1984.

YANLI GUO.; et al. Effects of sodium gluconate and phytase on performance and bone characteristics in broiler chickens. **Animal feed Science and Technology**, v 150, p. 270-282, 2009.

CAPÍTULO 3 – EFEITO DO GLUCONATO DE SÓDIO E NÍVEIS DE METIONINA+CISTINA SOBRE O DESEMPENHO, RENDIMENTO DE CARÇAÇA, MORFOMETRIA INTESTINAL E DENSITOMETRIA ÓSSEA DE FRANGOS DE CORTE DE 22 A 42 DIAS DE IDADE

RESUMO – A metionina é o primeiro aminoácido limitante nas rações utilizadas para frangos de corte; uma alternativa é a utilização de aminoácidos sintéticos. O gluconato de sódio é considerado um prebiótico porque estimula a produção de butirato e pode ter a finalidade de aumentar a absorção da metionina. No entanto, a literatura não é conclusiva sobre os benefícios do gluconato de sódio, razão pela qual são importantes estudos a respeito de este aditivo. Assim, foi conduzido um experimento para determinar as exigências da Metionina Hidroxi Análoga (MHA) digestível e dos níveis de gluconato de sódio sobre o desempenho, rendimento de carcaça e de partes, morfometria intestinal e densitometria óssea de frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, utilizaram-se 600 frangos da linhagem Cobb 500[®], distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 2 (três níveis de MHA digestível (0,77; 0,69 e 0,62%) correspondendo ao nível normal, 10 e 20% abaixo do recomendado por ROSTAGNO et al, (2005) x dois níveis de gluconato de sódio (0 e 2000 ppm), totalizando seis tratamentos e quatro repetições de 25 aves por unidade experimental. Todas as variáveis foram submetidas à análise de variância e em caso de significância as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. Houve interação entre os fatores para o rendimento de asas, comprimento do vilo, profundidade da cripta e a relação cripta:vilo; observou-se que com a adição de 2000 ppm de gluconato e o nível 0,69% de met.+cist. digestível, o rendimento de asas aumentou e para o comprimento do vilo e a profundidade da cripta apresentaram as maiores médias combinado com o nível 0,62% de met+cist digestível. Conclui-se que (a) a exigência nutricional de MHA digestível foi 0,77%, para máximo desempenho, rendimento de carcaça e peito e maior profundidade da cripta independente da utilização do gluconato b) a adição do gluconato proporciona uma boa integridade intestinal, no entanto, piora a conversão alimentar, requerendo estudos mais profundos com níveis deste aditivo.

Palavras-Chave: absorção, aditivo, aves, níveis de MHA

EFFECTS OF SODIUM GLUCONATE AND METHIONINE+CISTYNE LEVELS ON PERFORMANCE, CARCASS YIELD, INTESTINAL MORPHOMETRY AND BONE DENSITOMETRY OF 22 TO 42 DAYS OLD BROILERS

ABSTRACT – Methionine is the first limiting amino acid in diets used for broilers; an alternative is the use of synthetic amino acids. Sodium gluconate is considered as a prebiotic because it stimulates the production of butyrate and can have the purpose of increasing methionine absorption. The literature is, however, not conclusive on the benefits of sodium gluconate, reason for which studies on this additive are important. Thus, an experiment was conducted to determine the requirements of the digestible Methionine Hidroxy Analogue (MHA) and the sodium gluconate levels on performance, carcass and parts yield, intestinal morphometry and bone densitometry of broilers 22 to 42 days old. Six hundred Cobb 500[®] broilers were used, distributed in a completely randomized design in factorial scheme 3 x 2 (three levels of digestible MHA (0.77; 0.69 and 0.62%) corresponding to the normal level, 10 and 20% lower than recommended by ROSTAGNO et al (2005) x two levels of sodium gluconato (0 and 2000 ppm), totaling six treatments and four replicates of 25 birds each. All variables were submitted to the analysis of variance and when significant, the means were compared by the Tukey test. There was interaction between the factors for the wing yield, villus height, crypt depth and crypt:villus ratio; it was observed that with the addition of 2000 ppm of sodium gluconate and the level 0.69% of digestible methionine+cistyne, the wing yield increased and villus height, and crypt depth showed the highest means combined with the level 0.62% of digestible met+cys. In conclusion a) the nutritional requirement of digestible MHA was 0.77%, for maximum performance, carcass and breast yield and increased crypt depth, irrespectively of the use of gluconate; b) the addition of gluconate provides good intestinal integrity, however, it worsens feed conversion requiring further study with levels of this additive.

Keywords: absorption, additive, birds, levels of MHA

INTRODUÇÃO

A necessidade de aumentar a produtividade na avicultura a um baixo custo levou ao uso, durante muito tempo, dos antibióticos promotores de crescimento. Porém, com a possibilidade de ocorrência de resistência a esses antibióticos pelo ser humano, a população mundial tornou-se cada vez mais exigente em relação aos produtos que a indústria oferece ao mercado. Com isso, a avicultura busca novas alternativas para a substituição dos antibióticos promotores de crescimento. Dentre as alternativas encontra-se o uso dos probióticos, prebióticos, extratos herbais, ácidos orgânicos, além de outros.

Sabe-se que o butirato é considerado o ácido graxo de cadeia curta mais eficiente, pois além de ser a maior fonte de energia para as células, estimula a produção de muco, a proliferação de células epiteliais e aumenta a absorção de água e sais no lúmen intestinal (TSUKAHARA et al. 2002). O gluconato de sódio proporciona uma síntese adequada de butirato e conseqüentemente promove um ambiente intestinal saudável, aumentando a área de absorção e como conseqüência, o aproveitamento dos nutrientes, resultando em melhor conversão alimentar. Ainda, é considerado um carreador no transporte da metionina no trato intestinal.

Para se obter uma dieta equilibrada, formulada à base de milho e soja o que supre as necessidades de energia e proteína respectivamente. Embora esses ingredientes não provêem os aminoácidos essenciais em quantidades requeridas para o bom desempenho das aves. Porém é necessária a inclusão de aminoácidos sintéticos (RODRIGUES et al. 1996). As formas sintéticas mais utilizadas são DL-Metionina (DLM) e Metionina Hidróxi Análoga (MHA) disponíveis nas formas em pó ou líquida. Com o aparecimento dos hidróxi análogos surgiram muitas controvérsias quanto à equivalência em relação à DLM (BRUGALLI et al. 2003).

O presente estudo teve por objetivo avaliar o efeito do gluconato de sódio e níveis de met.+cist. recebendo a MHA como sobre o desempenho, rendimento de carcaça e de partes, integridade da mucosa intestinal e densitometria óssea de frangos de corte de 22 a 42 dias de idade

MATERIAL E MÉTODOS

1. Aves e manejo experimental

O experimento foi conduzido nos meses de outubro a novembro de 2010, no Setor de Avicultura da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, durante a fase de crescimento (22 a 42 dias de idade).

Foram utilizados 600 pintos de corte machos com um dia de idade, da linhagem Cobb-500®, foram utilizados 600 pintos de corte machos com um dia de idade, da linhagem Cobb-500®, no 22º dia de idade, foram montadas unidades experimentais com frangos pesando em média 820,4 g. As aves foram alojadas em um galpão experimental de alvenaria com 80 boxes, cobertura de telha sanduíche, piso de concreto, paredes laterais com 0,30 m de altura, completados com tela de arame até o telhado e cortinado externo móvel, dividido em boxes de 3,2 x 1,4m, separados por muretas de alvenaria de 0,40 m de altura e completadas com tela de arame até uma altura de 1,80 m.

Utilizou-se cama de maravalha, sendo a quantidade colocada por box de 1,2 kg de matéria seca/ave alojada.

O fornecimento de ração e água foi “*ad libitum*” durante todo o período experimental. Para isso, foram utilizados comedouros tubulares infantis e bebedouros de alumínio, sendo os mesmos substituídos gradativamente por comedouros tubulares com capacidade para 20 kg de ração e bebedouros pendulares após a primeira semana de idade.

O aquecimento inicial foi realizado através de lâmpadas infravermelho (250 watts) garantindo a temperatura ambiente entre 28 a 30°C, durante as duas primeiras semanas de vida. O programa de luz adotado foi contínuo (24 horas de luz natural + artificial), durante todo o período experimental.

Os pintos foram vacinados contra a doença de Marek, Gumboro e Bouba no incubatório, seguindo-se a vacinação no 5º e 21º dias contra a Doença de Gumboro e no 8º dia contra a doença de New Castle, pela água, utilizando leite em pó como veículo (2g/L).

Diariamente foram registradas as temperaturas e umidades máximas e mínimas (Tabela1) do ambiente, por meio de termo-higrômetro digitais localizados estrategicamente à altura das aves.

Tabela 1. Médias das temperaturas e umidades, máxima e mínima, registradas no interior do galpão durante o período experimental.

Período	Temperatura ambiente (°C)		Umidade do ar (%)	
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima
01 a 21 dias	23,30 (19,6)*	33,43 (36,8)*	41,16 (33,12)*	72,47 (78,25)*
22 a 42 dias	24,85 (23,1)*	36,21 (38,5)*	47,75 (38,14)*	77,85 (83,24)*

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

2. Delineamento e tratamentos experimentais

Durante o período inicial (1 a 21 dias de idade), as aves foram criadas em galpão convencional, recebendo ração com 3.020 kcal de EM/kg e 21,46% de PB, para satisfazer suas exigências nutricionais, segundo as recomendações de ROSTAGNO et al. (2005) para as fases de 1 a 7 e 8 a 21 dias de idade.

Ao final do 21^o dia de idade, os frangos foram selecionados pelo peso corporal e distribuídos em delineamento inteiramente casualizado no esquema fatorial 3 x 2 (3 níveis de MHA x 2 níveis de gluconato de sódio, sendo os níveis (0,77%, 0,69%, 0,62%) tais níveis foram formulados normal, 10 e 20% abaixo respectivamente do recomendado por ROSTAGNO et al., (2005); totalizando seis tratamentos e quatro repetições de 25 aves por unidade experimental, Os tratamentos experimentais estão mostrados na Tabela 2. As rações foram formuladas para atenderem às exigências nutricionais de acordo com ROSTAGNO et al., (2005) sendo isonutritivas (Tabela 3).

Tabla 2. Representação dos tratamentos experimentais na fase de 22 a 42 dias de idade

Metionina	Níveis de Metionina+Cistina (%)	Gluconato de Sódio (ppm)
MHA	0, 77	0
MHA + 2000 ppm gluc. de Na	0, 77	2000
MHA (-10%)	0, 69	0
MHA (-10%) + 2000 ppm gluc. de Na	0, 69	2000
MHA (-20%)	0, 62	0
MHA (-20%) + 2000 ppm gluc. de Na	0, 62	2000

Observação: Considerou-se para a MHA utilizada 82% de atividade em relação à DL-Metionina.

Tabela 3. Composição percentual das rações experimentais para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade

Ingredientes (%)	MHA	MHA (-10%)	MHA (-20%)
Milho grão	66, 16	66, 28	66, 38
Farelo de soja	30, 09	30, 07	30, 07
Fosfato bicalcico	1, 69	1, 69	1, 69
Calcário calcítico	0, 78	0, 78	0, 78
Sal comum	0, 41	0, 41	0, 41
MHA	0, 27	0, 18	0, 08
L-Lisina-HCL	0, 20	0, 19	0, 19
Suplemento vitamínico mineral*	0, 20	0, 20	0, 20
Porção variável**	0, 20	0, 20	0, 20
Total	100	100	100
Nutrientes	Níveis calculados		
Energ. Met. (Kcal/Kg)	2, 95	2, 96	2, 96
Proteína bruta (%)	19, 41	19, 41	19, 41
Cálcio (%)	0, 83	0, 83	0, 83
Fósforo disponível (%)	0, 41	0, 41	0, 41
Sódio (%)	0, 21	0, 21	0, 21
Histidina dig. (%)	0, 16	0, 16	0, 16
Isoleucina dig. (%)	0, 74	0, 74	0, 74
Leucina dig. (%)	0, 64	0, 64	0, 64
Lisina dig. Total (%)	1, 10	0, 10	1, 10
Met. + cist. dig. (%)	0, 77	0, 69	0, 62
Metionina dig. (%)	0, 50	0, 42	0, 34
Potássio (%)	0, 51	0, 51	0, 51
Treonina dig. (%)	0, 18	0, 18	0, 18
Triptofano dig. (%)	0, 04	0, 04	0, 04
Valina dig. (%)	0, 23	0, 23	0, 23

* Suplemento vitamínico e mineral – Composição/kg: 11.000 UI vitamina A, 2.000 UI vitamina D₃, 13 mg vitamina E, 2,5 mg vitamina K₃, 1 mg vitamina B₁, 5 mg vitamina B₂, 1,5 mg vitamina B₆, 15 mcg vitamina B₁₂, 13 mg pantotenato de cálcio, 35 mg niacina, 0,5 mg biotina, 0,5 mg ácido fólico, 10 mg Cu, 0,1 mg Co, 10 mg I, 50 mg Fe, 60 mg Mn, 45 mg Zn, 0,2 mg Se, 4 mg antioxidante, 2 g veículo q.s.p, 250 g salinomicina.

** A porção variável se constituiu de areia lavado ou gluconato de sódio (0.2%).

3. Parâmetros avaliados

3.1 Desempenho

Aos 42 dias de idade, as aves e as sobras de rações foram pesadas para mensuração dos parâmetros de desempenho: peso médio, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar.

3.2 Rendimento de carcaça e de partes

Aos 42 dias de idade foram separadas 12 aves por tratamento para o abate. As aves foram identificadas, pesadas individualmente e separadas em boxes. Após o jejum alimentar de 8 horas, as aves foram insensibilizadas por atordoamento e abatidas por sangria mediante corte da veia jugular, sendo posteriormente escaldadas, depenadas e evisceradas.

O peso individual de cada ave foi obtido após jejum de 8 horas, antes do abate, para efetuar o cálculo do rendimento de carcaça. Os pesos de peito, coxa e so brecoxa, dorso e asas, foram obtidos segundo metodologia descrita por MENDES et al. (1993). Os cortes (peito, coxa + sobrecoxa, asa e dorso), foram pesados em balança digital com capacidade de 20 kg e precisão de 1,00g. O rendimento dos cortes foi calculado em relação ao peso da carcaça quente sem vísceras, cabeça, pescoço e pés, sendo o rendimento da carcaça relacionado com o peso vivo de abate.

3.3 Morfometria do duodeno

As características avaliadas foram: comprimento das vilosidades do duodeno (Vilo), profundidade das criptas (Cripta) e a relação comprimento do vilo/profundidade de cripta (Vilo/Cripta) ilustrados na Figura 1. Para avaliação destas características foram abatidas, aleatoriamente, ao final do período experimental, 6 aves por tratamento, perfazendo um total de 36 aves. Após o abate, foram colhidas amostras com aproximadamente 2,0 cm de comprimento da porção proximal do duodeno de cada

ave. Estas amostras foram abertas em sua borda mesentérica, lavadas, estendidas pela túnica serosa e fixadas em solução de Bouin.

Depois de 24 horas na solução fixadora de Bouin, as amostras de duodeno foram processadas no Laboratório de Histologia do Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal da FCAV/UNESP.

Tais amostras foram lavadas em álcool etílico a 70% e a seguir desidratadas em séries crescentes de alcoóis, recortadas, diafanizadas em benzol e processadas, com o intuito de incluir o material em paraplast. A seguir, foram realizados cinco cortes semi-seriados histológicos de seis μm de espessura e corados segundo a técnica de Hematoxilina e Eosina – HE. BEHMER et al. (2003) para cada animal. Posteriormente o material foi acondicionado em caixas histológicas numeradas de acordo com os tratamentos.

As lâminas devidamente coradas foram fotografadas em lupa (LEICA DM 2500) com lente objetiva 5x utilizando o programa LEICA QWin V3, pertencentes ao Laboratório de Anatomia do Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal da FCAV/UNESP. As análises morfométricas da mucosa intestinal em microscopia de luz foram realizadas com auxílio do programa Image J[®] (RASBAND, 2004).

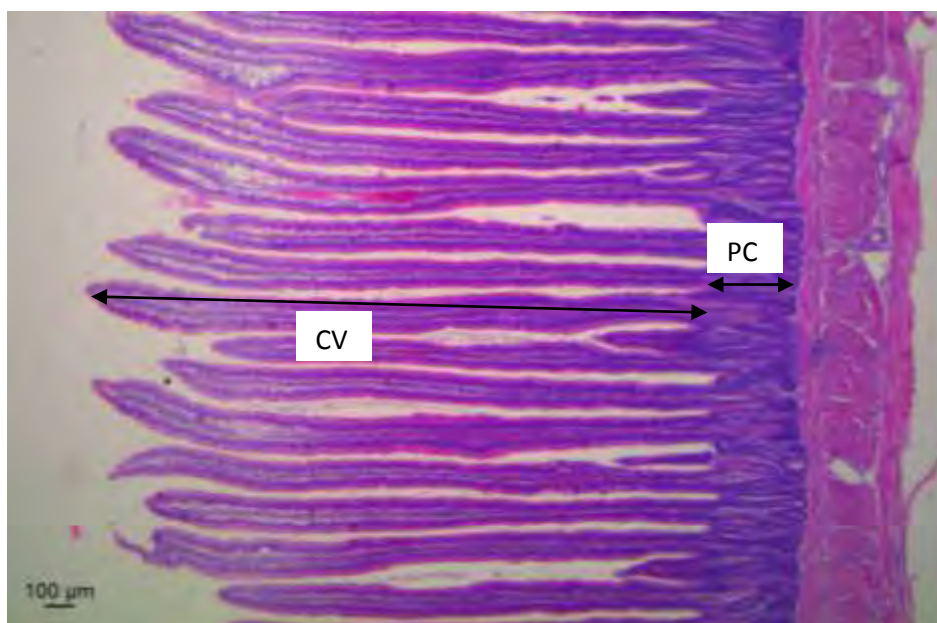


Figura 1- Fotomicrografia do duodeno de frangos de corte de aos 42 dias de idade evidenciando comprimento da vilosidade (CV), profundidade da cripta (PC).

3.4 Densitometria óssea

Foram sacrificadas 24 aves, quatro por cada tratamento aos 21 e 42 dias de idade, para coleta do tibiotarso, os quais foram radiografados após extração dos tecidos moles e ligamentos.

Como referencial densitométrico nas tomadas radiográficas, foi utilizado um penetrômetro ou escada de alumínio (liga 6063, ABNT) de 12 degraus (0,5 mm de espessura para o primeiro degrau), variando de 0,5 em 0,5 mm até o décimo; o décimo primeiro com 6,0 mm de espessura; o décimo segundo com 8,0 mm de espessura; cada degrau com (5 x 25 mm² de área), que foi radiografado concomitantemente às peças ósseas.

Os filmes foram primeiramente identificados, revelados e fixados. Em seguida foram aferidas as medidas da densidade óssea do tibiotarso esquerdo das aves, nas três regiões (epífise proximal, diáfise e epífise distal), para os oito tratamentos, sendo que os valores de densidade óssea foram expressos em milímetros de alumínio (mmAl). As leituras densitométricas foram realizadas após a digitalização das imagens radiográficas, em scanner apropriado para este tipo de material, e o armazenamento das mesmas em um microcomputador. Para tanto, utilizou-se um programa computacional "Image-Pro Plus Media Cybernetics", versão 4.1.

4. Análise estatística

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando o procedimento *General Linear Model* (GLM) do SAS[®] (SAS, Institute, 2002). Quando a análise de variância indicou efeito significativo foi realizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Desempenho

As médias e as análises estatísticas dos resultados de desempenho das aves no período de 22 a 42 dias de idade, em função dos níveis de MHA digestíveis (0,77%, 0,69%, 0,62%), cujos níveis são normal, 10 e 20% abaixo respectivamente do recomendado por ROSTAGNO et al., (2005) e dois níveis de gluconato de sódio (0 e 2000 ppm) testados são apresentadas na Tabela 4.

Com relação aos modelos fatoriais estudados não foi observada interação significativa, para nenhuma variável.

Tabela 4. Médias do consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de MHA digestíveis e dois níveis de gluconato de sódio na fase de 22 a 42 dias de idade.

Tratamentos	Ganho de Peso (kg)	Consumo de Ração (kg)	Conversão Alimentar (kg/kg)
Metionina Hidróxi Análoga			
MHA	1,66 ^A	3,10	1,87 ^A
MHA (-10%)	1,59 ^{AB}	3,09	1,94 ^{AB}
MHA (-20%)	1,56 ^B	3,09	1,98 ^B
Gluconato de Sódio (ppm)			
0	1,60	3,05 ^A	1,90 ^A
2000	1,61	3,14 ^B	1,95 ^B
Fatores	Probabilidades		
Metionina (M)	0,018 [*]	0,974	0,023 [*]
Gluconato (G)	0,917	0,006 ^{**}	0,041 [*]
Metionina x Gluconato	0,825	0,327	0,678
CV (%)	5,09	2,93	4,97

Médias seguidas de letras iguais na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, (P>0,05) **P > 0,01; * P > 0,05.

Foi observado efeito significativo (P<0,05) para ganho de peso e conversão alimentar para as fontes de metionina, o tratamento com 0, 77% de MHA digestível

resultou em melhor ganho de peso e conversão alimentar ($P < 0,05$) em comparação com os demais níveis 0,69% e 0,62%; o nível 0,69% não diferiu estatisticamente do nível alto e baixo. Através dos resultados encontrados confirmaram que a metionina é o primeiro aminoácido limitante para frangos de corte, pois as aves alimentadas com 10% e 20% abaixo do nível normal utilizado na formulação de rações para frangos de corte prejudicaram o desempenho das aves. Observou-se que à medida que aumenta o nível de metionina melhora o desempenho das aves. AUSTIC (1986) inferiu que a deficiência drástica de metionina na dieta provoca sua diminuição no plasma sanguíneo e nesta situação um sinal é enviado ao sistema nervoso central, que ativa os mecanismos responsáveis pela redução no consumo de alimentos.

Estes resultados corroboram com HARMS et al. (1977), HOEHLER et al. (2005); e ELWERT et al. (2008) que, observaram que à medida que se diminuía a porcentagem de metionina na dieta piorava o desempenho dos frangos de corte. Segundo MORAN (1994), uma dieta deficiente em metionina reduz o ganho de peso, a eficiência alimentar e o teor de proteína na carcaça, além de estimular o consumo de ração, contribuindo com energia adicional e, conseqüentemente, ocasionando acréscimo na deposição de gordura corporal. Da mesma forma ELWERT et al. (2008) concluiu que na medida que baixam os níveis de metionina na dieta para frangos de corte, maior é o índice de conversão alimentar, já que o frango terá menor peso e aumentará o consumo de ração.

Em relação ao gluconato de sódio, observou-se maior ($P < 0,05$) consumo de ração e pior conversão alimentar nas aves que consumiram a ração com 2000 ppm do gluconato de sódio. Já para as variáveis não foram observadas diferenças significativas, embora os resultados apresentados mostrem uma tendência de melhora no peso das aves. Estes resultados discordam com os observados por RAFACZ-LIVINGSTON et al. (2005a) que encontraram respostas estatisticamente significativas para o ganho de peso quando os frangos foram alimentados com dietas contendo gluconato de sódio. No entanto, concordam dos achados de YANLI GUO et al. (2008), observaram maior peso médio e consumo de ração das aves quando foi adicionado 20g de gluconato de sódio/kg de ração na dieta de frangos de corte de 22 a 42 dias de

idade mesmo, sem efeito significativo. O fato de não obter um efeito estatisticamente significativo pode ser ao nível de suplementação de gluconato de sódio na dieta.

Segundo (SORIANO-GARCÍA et al., 1998), o gluconato de sódio estimula a produção de butirato e pode ter a finalidade de aumentar a absorção da metionina pela mucosa intestinal, melhorando o aproveitamento desse aminoácido pelo animal.

2. Rendimento de carcaça e de partes

Na Tabela 5 são apresentadas as medias e as análises estatísticas das variáveis de rendimento de carcaça e de partes de frangos de corte aos 42 dias de idade alimentados com três níveis (0, 77%, 0, 69%, 0, 62) de MHA digestíveis e dois níveis (0 e 2000 ppm) de gluconato de sódio.

Tabela 5. Médias de rendimento de carcaça, rendimento de peito, rendimento de coxa+sobrecoxa, rendimento de asas e rendimento de dorso de frangos de corte aos 42 dias de idade, alimentados com dietas contendo diferentes níveis de MHA digestíveis e dois níveis de gluconato de sódio.

Rendimento de carcaça e de partes (%)					
Tratamentos	Carcaça	Peito	Coxa e Sobre coxa	Asa	Dorso
Metionina Hidróxi Análoga					
MHA	75,16 ^A	36,41 ^A	29,69	10,30	23,44
MHA (-10%)	74,59 ^{AB}	36,10 ^{AB}	29,77	10,60	23,34
MHA (-20%)	73,66 ^B	34,69 ^B	30,63	10,25	23,70
Gluconato de Sódio (ppm)					
0	74,48	35,79	29,92	10,34	23,48
2000	74,05	35,69	30,14	10,43	23,50
Fatores					
Probabilidades					
Metionina (M)	0,013 [*]	0,011 [*]	0,132	0,121	0,507
Gluconato (G)	0,161	0,898	0,594	0,540	0,668
M x G	0,667	0,266	0,407	0,002 ^{**}	0,598
CV (%)	2,6	5,91	5,93	5,98	9,23

Médias seguidas de letras iguais na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, (P>0,05) **P > 0,01; * P > 0,05.

De acordo com os resultados verificou-se efeito significativo (P<0,05), para o tratamento composto pelo nível 0,77% de MHA, apresentado maior rendimento de

carcaça e de peito quando comparado com os tratamentos contendo os níveis 0,69% e 0,62% trata-se de 10% e 20% abaixo do recomendado por ROSTAGNO et al (2005). Resultados semelhantes foram encontrados por HOEHLER et al. (2005), avaliaram seis níveis de metionina (0,030, 0,060, 0,100, 0,140, 0,190 e 0,240 %), concluindo que o rendimento de peito foi maior para as rações suplementadas com o nível 0.240% de metionina.

Isso pode ser explicado devido ao fato de que esgotando-se os requerimentos da ave de proteína e energia, a metionina é utilizada para produzir mais tecido muscular, que se incrementa de forma proporcional ao incremento do nível de metionina da dieta (INTRIAGO 1999). As demais características não foram observadas diferenças significativas, isto demonstrou que, os níveis 10% e 20% abaixo não afetaram essas características avaliadas.

A presença de 2000 ppm de gluconato de sódio não revelou efeito ($P>0,05$) significativo sobre nenhuma variável, mesmo não havendo diferenças significativas, houve melhoras no rendimento de coxa+sobrecoxa, rendimento de asas e rendimento de dorso. Não foi encontrado, na bibliografia disponível, nenhum trabalho que avalie o efeito do gluconato de sódio sobre o rendimento de carcaça de frangos de corte. Isto promove a que sejam realizados mais estudos testando diferentes níveis deste aditivo nas dietas para frangos de corte.

O desdobramento da interação (níveis de MHA digestíveis x gluconato de sódio) encontra-se na Tabela 6.

Tabela 6. Desdobramento da interação (níveis de MHA x gluconato de sódio) para rendimento de asas.

Gluc. de Na (ppm)	Níveis de Met+ Cist. Digestíveis			Média
	0, 77%	0, 69%	0, 62%	
0	10,39 ^{Aa}	10,18 ^{Aa}	10,43 ^{Aa}	10,34
2000	10,20 ^{Aa}	11,01 ^{Bb}	10,07 ^{Aa}	10,43
Média	10,29	10,06	10,25	

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observa-se, dentro dos níveis de MHA, que o nível 0,62% influenciou negativamente no rendimento de asas com a presença de gluconato de sódio. E dentre dos níveis de gluconato, a adição de 2000 ppm, promoveu o melhor rendimento de asas dentro do nível 0,69% de MHA digestível.

3. Morfometria do duodeno

Os resultados das características de morfometria, do duodeno de frangos de corte aos 21 dias foram: comprimento do vilo (792,03), profundidade da cripta (143,90) e a relação vilo:cripta (5,63). Segundo (MAIORKA et al., 2002) as alterações morfológicas mais significativas que acontecem no trato intestinal das aves jovens são: aumento no comprimento do intestino, na altura e na densidade dos vilos, o que conseqüentemente leva a um maior número de enterócitos, células caliciformes e enteroendócrinas. As alterações em nível fisiológico relacionam-se a maior capacidade de digestão e absorção, por aumento na produção de enzimas pancreáticas e de membrana, bem como o numero de transportadores de membrana que permitem a real absorção dos nutrientes pelos enterócitos

As medias dos resultados de comprimento do vilo, profundidade da cripta e a relação cripta:vilo em relação aos níveis de MHA digestíveis e níveis de gluconato de sódio de frangos de corte aos 42 dias de idade são apresentados na Tabela 7.

Ao analisar os dados em esquema fatorial (níveis de MHA digestíveis x níveis de gluconato de sódio) houve interação ($P < 0.01$) entre os fatores estudados para todas as variáveis analisadas.

Tabela 7. Médias do comprimento dos vilos, profundidade das criptas e a relação vilo:cripta do intestino delgado (duodeno) de frangos de corte aos 42 dias de idade alimentados com diferentes níveis de MHA digestíveis e dois níveis de gluconato de sódio.

Tratamentos	Altura (µm)	Profundidade (µm)	Vilo:cripta (µm)
Metionina Hidóxi Análoga			
MHA	773, 45 ^B	156, 07 ^A	5, 04 ^C
MHA (-10%)	701, 87 ^C	118, 47 ^C	5, 86 ^A
MHA (-20%)	869, 91 ^A	149, 84 ^B	5, 79 ^B
Gluconato de Sódio (ppm)			
0	777, 89 ^B	136, 07 ^B	5, 84 ^A
2000	814, 26 ^A	145, 31 ^A	5, 62 ^B
Fatores	Probabilidades		
Metionina (M)	0, 0001 ^{**}	0, 0001 ^{**}	0, 0001 ^{**}
Gluconato (G)	0, 0001 ^{**}	0, 0001 ^{**}	0, 0001 ^{**}
M x G	0, 0001 ^{**}	0, 0001 ^{**}	0, 0001 ^{**}
CV (%)	3,07	8,38	9,41

Médias seguidas de letras iguais na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, (P>0,05) **P > 0,01; * P > 0,05.

De acordo com os resultados obtidos, houve diferença significativa (P<0,05) para todas as variáveis dentro dos níveis de MHA digestível, nota-se que as aves alimentadas com a dieta contendo 0, 62% de MHA, houve um incremento no comprimento do vilo quando comparado com os outros níveis, no entanto para a profundidade da cripta o nível 0,77% apresentou a maior media em relação aos demais níveis. Para a relação vilo:cripta 0,69% de MHA apresentou a maior relação comparando-se com os outro níveis. Poucos são os trabalhos avaliando o efeito dos níveis de MHA sobre a morfometria intestinal de frangos de corte; Estes resultados indicam que, com a suplementação da MHA testando três planos nutricionais não afetam os parâmetros de morfometria intestinal. A cripta é uma área onde as células totipotentes se dividem dando origem a reposição de enterocitos nos vilos. A profundidade da cripta é um indicativo do intestino “turnover” existente nos vilos em resposta a persa de células pela descamação ou inflamações de patogenos MACARI (2002).

Em relação ao gluconato de sódio verificou-se efeito significativo ($P < 0,05$) para o nível 2000 ppm apresentando as maiores médias para todas as variáveis estudadas, exceto para a relação cripta:vilo que foi menor com a presença deste aditivo. Estes resultados indicam que, com a suplementação de gluconato de sódio não afetam os parâmetros de morfometria intestinal. Assim pequenos incrementos com os verificados no presente estudo, são fundamentais para manutenção da integridade da mucosa intestinal. Além disso, fica evidente que, pode ser uma alternativa para a substituição dos antibióticos promotores de crescimento. A máxima capacidade da digestão e absorção acontece quando o animal apresenta uma grande área luminal, com altas vilosidades e enterócitos maduros (MACARI, 2002). Sendo assim, parâmetros morfométricos como altura, largura e densidades dos vilos e profundidade das criptas são importantes indicadores da saúde digestiva e capacidade de absorção da mucosa intestinal. Assim pequenos incrementos com os verificados no presente estudo, são fundamentais para manutenção da integridade da mucosa intestinal.

Na Tabela 8 encontra-se o desdobramento da interação níveis de MHA digestíveis x níveis de gluconato de sódio.

Tabela 8. Desdobramentos da interação (níveis de MHA digestíveis x níveis de gluconato de sódio), para as variáveis comprimento do vilo, profundidade da cripta e a relação da vilo:cripta.

Variável	Gluc de Na ppm	Níveis de Met.+Cist Digestíveis.			Média
		(0, 77%)	(0, 69%)	(0, 62%)	
Comprimento do Vilo μm	0	704,52 ^{Aa}	756,00 ^{Ba}	819,93 ^{Ca}	760,15
	2000	842,38 ^{Ab}	647,75 ^{Bb}	919,89 ^{Cb}	803,34
	Média	773,45	701,87	869,91	
Profundidade da Cripta μm	0	144,03 ^{Aa}	125,83 ^{Ba}	129,57 ^{Ba}	133,14
	2000	168,12 ^{Ab}	111,11 ^{Bb}	170,11 ^{Bb}	149,78
	Média	156,07	118,47	149,84	
Vilo:cripta	0	5,04 ^{Aa}	6,11 ^{Ba}	6,39 ^{Ba}	5,84
	2000	5,05 ^{Aa}	5,61 ^{Bb}	5,19 ^{ABb}	5,28
	Média	5,04	5,86	5,79	

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação aos níveis de MHA estudados, observa-se que o nível 10% abaixo (0,69%) apresentou a menor altura do vilo e profundidade da cripta com a adição de 2000 ppm de gluconato de sódio. No entanto, o nível 0,62% de MHA com a adição de gluconato promoveu o melhor comprimento do vilo, e a profundidade da cripta, o nível 0,62% de MHA apresentou a maior relação vilo:cripta sem a combinação do gluconato de sódio. De acordo com SILVA et al. (2010), vários experimentos relatam os efeitos benéficos dos antibióticos, indicando que estes proporcionam diminuição do número de bactérias aderidas à mucosa intestinal, o que reduz a competição por nutrientes com o hospedeiro, diminuição de bactérias produtoras de toxinas e amônia, que prejudicam a absorção dos nutrientes, e conseqüentemente diminuição das células inflamatórias na parede intestinal e do grau de descamação e renovação das vilosidades intestinais. Esses efeitos foram comprovados pelo presente estudo para o gluconato.

4. Densitometria óssea

Os resultados dos parâmetros analisados de densitometria óssea as médias obtidas aos 21 dias para epífise proximal (4,453 mmAl), diáfise distal (5,108 mmAl), e epífise distal (5,132 mmAl). Existem fatores endógenos e exógenos que interferem no crescimento ósseo, dos exógenos podemos destacar o cálcio, fósforo, íons monovalentes, minerais traços, proteína, aminoácidos, tiocarbonatos e vitaminas (vitamina D3), por esses estarem diretamente relacionados com a incidência de discondroplasia tibial (WHITEHEAD, 1998).

Os resultados das médias e as análises estatísticas dos resultados de densitometria óssea dos frangos de corte aos 42 dias de idade em função dos níveis de MHA digestíveis e os níveis de gluconato de sódio testados são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9. Médias de epífise proximal, diáfise e epífise distal de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de MHA digestíveis e dois níveis de gluconato de sódio aos 42 dias de idade.

Tratamentos	Epífise Proximal (mmAl)	Diáfise (mmAl)	Epífise Distal (mmAl)
Metionina Hidróxi Análoga			
MHA	3, 705	4, 313	4, 914
MHA (-10%)	4, 291	4, 362	4, 995
MHA (-20%)	4, 108	4, 483	5, 075
Gluconato de Sódio (ppm)			
0	3, 879	4, 463	5, 006
2000	4, 190	4, 309	4, 982
Fatores	Probabilidades		
Metionina (M)	0,103	0,374	0,590
Gluconato (G)	0,161	0,139	0,820
M x G	0,149	0,611	0,749
CV (%)	10,96	4,7	5,18

Médias seguidas de letras iguais na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, (P>0,05) **P > 0,01; * P > 0,05.

Os níveis de MHA digestível e gluconato de sódio não influenciaram as variáveis de densitometria nas aves. Isso é indicativo de que ao formular uma ração com qualquer nível de MHA e gluconato utilizados neste estudo não vai prejudicar a densidade óssea nos frangos de corte na fase de 22 a 42 dias de idade. Estes resultados discordam com os achados por RAFACZ-LIVNSTON et al.,(2005^a) e YANLI GUO (2008) que, avaliaram o efeito do gluconato de sódio com a combinação de fitase sobre o desempenho e as características da tíbia em frangos de corte e concluíram que o gluconato aumentou o peso das cinzas da tíbia.

CONCLUSÕES

Com base nos parâmetros de desempenho, rendimento de carcaças, morfometria do duodeno e densitometria óssea pode-se concluir que:

- A exigência nutricional de MHA digestível foi 0,77%, para máximo desempenho, rendimento de carcaça e peito e maior profundidade da cripta independente da utilização do gluconato.

- A adição de 2000 ppm de gluconato de sódio mostrou efeitos positivos para o comprimento dos vilos e a profundidade das criptas e para o rendimento de asas, no entanto piora a conversão alimentar, requerendo estudos mais profundos com níveis deste aditivo.

REFERÊNCIAS

AUSTIC, R.E. Nutrient requirements of poultry and nutritional research. **Edition Fischer and Boorman**. Butterworths. London, 1986.

BRUGALLI, I. Eficácia relativa das fontes de metionina – Por que a indústria está repensando esta questão? **Revista Aveworld**, ago/set, 2003.

ELWERT, C; FERNANDES, E; DE ABREU, E; LEMME, A. 2008. Biological effectiveness of methionine hydroxy-analogue calcium salt in relation to DL-methionine in broiler chickens. Disponível em: http://findarticles.com/p/articles/mi_6917/is_10_21/ain29464668/

HARMS, H; ELDRED. A; DAMRON. B. 1976. The relative efficiency of DL-methionine and methionine hydroxy analogue-calcium in broiler diets. **Poultry Science**. 55:1794-1797.

HOEHLER, D; LEMME, A; JENSEN, S K; VIEIRA, S L. 2005. Relative effectiveness of methionine sources in diets for broiler chickens. **Journal of Applied Poultry Research**. 14:679-693.

INTRIAGO, J. 1999. **Efecto de diferentes niveles de metionina durante la primera semana de vida en dietas para pollos de engorde**. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 19 p.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, L. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. Capítulo: Estrutura Funcional do Trato Digestorio**, p. 75-95, Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. 375p.

MAIORKA, A.; BOLELI, I.C. e MACARI, M. Desenvolvimento e reparo da mucosa intestinal. In: **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. MACARI, M.; FURLAN, R. L. e GONZALES, E. Jaboticabal: FUNEP/UNESP. 2^a Edição. Cap.08; 375 pág.2002

MENDES, A.A.; GARCIA, E.A.; GONZALES, E. et al. Efeito da linhagem e idade de abate sobre o rendimento de carcaça de frangos de corte. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.22, n.3, p.466-472, 1993.

MORAN, E.T. Response of broiler strains differing in body fat to inadequate methionine: Live performance and processing yields. **Poultry Science**, Savoy, v.73, p. 1116–1126, 1994.

RAFACZ-LIVINGSTON et al., 2005a K.A. Rafacz-Livingston, C.M. Parsons and .A. Jungk, The effects of various organic acids on phytate phosphorus utilization in chicks, **Poultry Science**, 84 (2005), pp. 1356–1362.

RASBAND, W. S. Image J. National Institute of Health, Bethesda, Maryland, USA. <http://rsb.info.nih.gov/ij/>, 2004.

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

ROSTAGNO, Horácio Santiago et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. Segunda edição. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2005. 186 p.

SAS INSTITUTE INC. **SAS System for Microsoft Windows**, Release 6.12. Cary. NC,. USA, 2002.

SILVA, M.A.; PESSOTTI, B. M. S.; ZANNI, S. F.; COLNAGO, G. L.; NUNES, L. C.; RODRIGUES, M. R. A.; FERREIRA, L. Uso de óleo de aroeira-vermelha sobre o desempenho e a morfometria intestinal de frangos de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, Online, 2010.

SORIANO-GARCÍA, J. F.; et al. Multiple pathways for L-methionine transport in brush-border membrane vesicles from chicken jejunum. **The Journal of Physiology**, v. 509; p. 527-539, 1998.

TSUKAHARA, T.; KOYAMA, H.; OKADA, M. et al. Stimulation of butyrate production by gluconic acid in batch culture of pig cecal digesta and identification of butyrate-producing bacteria. **The Journal of Nutrition**, v.132, p. 2229-2234, 2002.

YANLI GUO.; et al. Effects of sodium gluconate and phytase on performance and bone characteristics in broiler chickens. **Animal feed Science and Technology**, v 150, p. 270-282, 2008.

WHITEHEAD, C.C. A review of nutritional and metabolic factors involved in dyschondroplasia in poultry. **Journal Applied Poultry Research**, v. 13, p. 1 – 16, 1998.