

UNIVERSIDADE VILA VELHA-ES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

EFEITO DA FONTE E NÍVEL DE COBRE SOBRE AS
CARACTERÍSTICAS DE DESEMPENHO E DE CARÇAÇA DE
FRANGOS DE CORTE

LUCAS LEMKE LORENZONI

VILA VELHA-ES
FEVEREIRO/2015

UNIVERSIDADE VILA VELHA-ES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

EFEITO DA FONTE E NÍVEL DE COBRE SOBRE AS
CARACTERÍSTICAS DE DESEMPENHO E DE CARÇAÇA DE
FRANGOS DE CORTE

Dissertação apresentada a
Universidade Vila Velha, como pré-
requisito do Programa de Pós-
graduação em Ciência Animal para
obtenção do grau de Mestre em
Ciência Animal.

LUCAS LEMKE LORENZONI

VILA VELHA-ES
FEVEREIRO/2015

Catálogo na publicação elaborada pela Biblioteca Central / UVV-ES

L869e

Lorenzoni, Lucas Lemke.

Efeito da fonte e nível de cobre sobre as características de desempenho e de carcaça de frangos de corte / Lucas Lemke Lorenzoni. – 2015.

36 f.: il.

Orientador: Douglas Haese

Dissertação (mestrado em Ciência Animal) – Universidade Vila Velha, 2015.

Inclui bibliografias.

1. Frango de corte. 2. Frango de corte - Nutrição. 3. Minerais. I. Haese, Douglas. II. Universidade Vila Velha. III. Título.

CDD 636.5

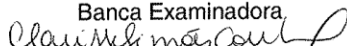
LUCAS LEMKE LORENZONI

**EFEITO DA FONTE E NÍVEL DE COBRE SOBRE AS
CARACTERÍSTICAS DE DESEMPENHO E DE CARÇAÇA DE
FRANGOS DE CORTE**

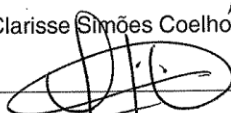
Dissertação apresentada a
Universidade Vila Velha, como pré-
requisito do Programa de Pós-
graduação em Ciência Animal para
obtenção do grau de Mestre em
Ciência Animal.

Aprovada em 26 de fevereiro de 2015,

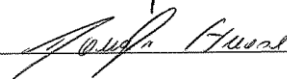
Banca Examinadora



Profa. Clárisse Simões Coelho (UVV)



Dr. Anderson Lazarij Lima (Alltech)



Prof. Douglas Haese (Orientador UVV)

Dedico este trabalho aos meus pais Eliezer e Rosânia,
aos meus irmãos, Bruna, Érica e André e a minha
namorada que foram muito importantes nessa vitória.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Fontes de cobre inorgânico	6
Tabela 2	Fonte e nível de cobre nas rações experimentais	12
Tabela 3	Composição percentual e calculada das rações experimentais no período de 1 a 14 dias de idade	12
Tabela 4	Composição percentual e calculada das rações experimentais no período de 14 a 28 dias de idade	13
Tabela 5	Composição percentual e calculada das rações experimentais no período de 28 a 42 dias de idade	14
Tabela 6	Peso inicial (PI), peso final (PF), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade criatória (VC) de frangos de corte no período de 1 a 14 dias de idade	16
Tabela 7	Peso inicial (PI), peso final (PF), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade criatória (VC) de frangos de corte no período de 1 a 14 dias de idade	17
Tabela 8	Peso inicial (PI), peso final (PF), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade criatória (VC) de frangos de corte no período de 1 a 14 dias de idade	18
Tabela 9	Peso de carcaça, rendimento de carcaça (RC), rendimento de peito (RP) e rendimento de coxa (RCO) de frangos de corte aos 42 dias de idade	21

RESUMO

LORENZONI, Lucas Lemke, M.Sc., Universidade Vila Velha–ES, fevereiro de 2015. **Efeito da fonte e nível de cobre sobre as características de desempenho e de carcaça de frangos de corte.** Orientador: Douglas Haese.

O experimento foi realizado na granja experimental do Centro de Tecnologia Animal Ltda., localizada na cidade de Domingos Martins – ES. Foram utilizados 1.820 pintos de corte da linhagem Cobb 500, machos, de um dia de idade. As aves foram distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com sete tratamentos, 13 repetições e 20 aves por repetição. Para compor as rações experimentais foram adicionadas as rações basais três fontes de cobre: Sulfato de cobre 25% (Cu-I), Cobre quelato (Cu-Met) e Cobre amino complexo (Cu-AA), incluídos nos níveis de 30 e 120 ppm. Houve diferença nos resultados de peso final, ganho de peso e conversão alimentar no período de 1 a 14 dias de idade. A ração contendo 120 ppm de Cu-AA obteve os melhores resultados em relação as rações contendo 30 ou 120 ppm de sulfato de cobre (Cu-I) para peso final e ganho de peso. No período de 1 a 28 e 1 a 42 dias de idade, o peso final e o ganho de peso dos animais diferiram entre si; porém os animais consumindo as rações contendo 120 ppm de sulfato de cobre (Cu-I) ou cobre metionina quelato (Cu-Met) não apresentaram diferenças sobre estes parâmetros. A inclusão de 120 ppm de cobre quelato metionina melhora o desempenho de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade.

Palavras-chave: desempenho produtivo, minerais orgânicos, nutrição.

ABSTRACT

LORENZONI, Lucas Lemke, M.Sc., Universidade Vila Velha–ES, february 2015. **Effect of copper source and level on the performance and carcass characteristics of broilers.** Supervisor: Douglas Haese.

The experiment was conducted at the experimental farm of the Animal Technology Center Ltd., located in Domingos Martins. - ES. Was used 1,820 male broilers, Cobb 500 male, with one day old. The birds were distributed in a completely randomized design, with seven treatments, 13 replications and 20 birds per replicate. To make the experimental diets were added, to the basal rations, three sources of copper: Copper sulphate (25% Cu-I), copper chelate (Cu-Met), and amino copper complex (Cu-AA), that are included at 30 and 120 ppm levels. There were differences in the results of the final weight, weight gain and feed conversion during the period from 1 to 14 days of age. The diet containing 120 ppm Cu-AA achieved the best results in relation to diets containing 30 or 120 ppm copper sulfate (Cu-I) for final weight and weight gain. From 1 to 28, 1 to 42 days of age, the final weight and animal weight gain had difference from each other, but the animals that were consuming diets containing 120 ppm of copper sulfate (Cu-I) or copper chelate methionine (Met-Cu) showed no differences on these parameters. The addition of 120 ppm of methionine chelate copper improves the performance of broilers from 1 to 42 days old.

Key words: productive performance, organic minerals, nutrition

ÍNDICE

LISTA DE TABELAS.....	vi
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
1. Introdução.....	1
2. Revisão de literatura.....	2
3. Objetivo.....	7
4. Trabalho Científico.....	7

1. INTRODUÇÃO

A avicultura atualmente tem altas exigências em relação ao manejo sanitário, ambiental e nutricional, para que os animais possam expressar todo o seu potencial produtivo. Sendo assim, surge o desafio aos técnicos atuantes na área de buscar alternativas para otimizar o aproveitamento dos nutrientes da ração, visando melhora de desempenho, diminuição do custo da alimentação e da poluição ambiental.

A utilização de aditivos promotores de crescimento na alimentação animal tem como objetivo melhorar o desempenho dos animais sem riscos a saúde. Assim, dentro desse contexto, podemos destacar a utilização do cobre como aditivo seguro, eficiente e de baixo custo. O cobre participa de várias funções no organismo, sendo necessário para respiração celular e componente de muitas enzimas importantes no metabolismo celular (McDowell, 1992). Apesar dos benefícios, o seu uso tem sido relacionado ao aumento da poluição ambiental devido à baixa biodisponibilidade do sulfato de cobre, que é a principal fonte de cobre utilizada atualmente.

Alternativas ao uso do cobre inorgânico surgem por meio de outras fontes mais biodisponíveis. Aoyagi e Baker (1993) concluíram que a biodisponibilidade aparente do quelato de cobre foi de 120% quando comparada à forma inorgânica de sulfato de cobre (100%). Além disso, o cobre ligado a uma base orgânica apresenta um efeito estimulador sobre a atividade mitogênica. Segundo Zhou et al. (1994) o uso de cobre ligado ao aminoácido lisina parece ser responsável por um aumento no consumo e no crescimento de suínos. Esse efeito adicional pode ser um aumento da atividade mitogênica nos suínos que consumiam cobre + lisina em comparação com o sulfato de

cobre, dessa forma pode-se concluir que a maior absorção do cobre ligado à lisina aumentou o cobre circulante, disponibilizando mais Cu para o metabolismo e multiplicação celular.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A avicultura tem se destacado perante o cenário mundial, apresentando excelentes índices de produção, isso se dá aos avanços em nutrição, sanidade, ambiência, genética, manejo e instalações, o que melhora o desempenho das aves e aumenta a produtividade.

A evolução da avicultura fica nítida ao se observar a precocidade de frangos e sua alta eficiência de conversão alimentar (Borges et al., 2003). Contudo, em decorrência do alto potencial produtivo das aves, problemas metabólicos vêm surgindo, considerando fatores ambientais de alta temperatura e umidade do ar e também, diminuição do potencial de imunidade, explicado pelo aumento do desempenho produtivo vindo do melhoramento genético (Furlan e Macari, 2002; Borges et al., 2003).

Assim como qualquer nutriente, os minerais são de grande valia, apesar de serem necessários em pequenas quantidades, são indispensáveis para o metabolismo de qualquer ser vivo. Utilizados pelo organismo em diversos processos bioquímicos, como catalisadores nos sistemas enzimáticos e hormonais, os minerais tem importante função no crescimento, desenvolvimento, reprodução, produção, formação óssea, empenamento e apetite. Tem também função estrutural em órgãos e tecidos do corpo e constituem fluídos na forma de eletrólitos. Em sua grande maioria os minerais

(zinco, cobre, manganês, iodo e ferro) estão ligados direta ou indiretamente às funções citadas (Maiorka e Macari, 2002; Brito et al., 2006; Nollet et al., 2007).

O cenário atual exige que a produção de aves seja mais intensificada, com isso aumentou-se a produção de dejetos produzidos pela atividade, causando sérios danos ambientais. Observa-se, contudo uma maior rigorosidade na legislação ambiental. A liberação de dejetos no ambiente é dependente do aproveitamento dos nutrientes pelo animal e a quantidade do mesmo na dieta. (Van Der Klis e Kemme, 2002; Leeson, 2003).

O aumento dos níveis de minerais nas excretas dos animais tem estimulado discussões de como diminuir a suplementação dos mesmos nas dietas, sem prejuízo ao processo produtivo. Como alternativa se dá à utilização de minerais orgânicos, que podem ser adicionados em menores concentrações, já que tem uma maior biodisponibilidade, quando comparados aos inorgânicos (Van Der Klis e Kemme, 2002; Leeson, 2003). Nollet et al. (2007) citam que minerais orgânicos podem ser incluídos em níveis mais baixos na dieta que os níveis recomendados para minerais de forma inorgânica, sem que haja efeito negativo no desempenho de frangos de corte.

Apesar de serem produzidos desde a década de 70 no Brasil, o uso de minerais orgânicos na nutrição de aves, se faz há pouco tempo. A denominação vem devido a sua formação, que se trata de um íon metálico, associado por substâncias orgânicas: aminoácidos, peptídeos ou complexos polissacarídeos. Devido a essa ligação ocorre uma maior biodisponibilidade, alta estabilidade e solubilidade (Kiefer, 2005).

De acordo com a Association of American Feed Control Officials (AAFCO, 1999), existem cinco categorias de microminerais orgânicos:

Complexo Metal Aminoácido específico – resultante da complexação de um sal de metal solúvel com um aminoácido específico, geralmente refere-se a uma molécula de aminoácido ligada a um íon metal. Essa ligação é mais consistente que quelatos, proteinados e polissacarídeos, onde a maioria desses produtos é composta por microminerais aleatoriamente ligados a dipeptídeos, tripeptídeos ou fragmentos de proteínas. O complexo metal aminoácido específico é bem definido e muito consistente em sua produção. Exemplos: Zinco-Metionina, Manganês-Metionina, Cobre-Lisina e Ferro-Metionina;

Complexo Metal Aminoácido – muito semelhante ao complexo metal aminoácido específico, é resultante da complexação de um sal de metal com uma mistura de aminoácidos livres. A única diferença entre as duas categorias é que o aminoácido não é especificado.

Quelato Metal Aminoácido – resultante da reação de um íon metálico de um sal solúvel com aminoácidos em uma reação molar de um mol de metal para um, dois ou três (preferencialmente dois) moles de aminoácidos, formando uma ligação covalente coordenada. Por definição, quelatos de metais são como os proteinados, a diferença é que os quelatos devem ter um peso molecular máximo pré-determinado de 800 Daltons. Quando o tamanho do ligante aumenta, diminui a força da ligação entre as moléculas e pode reduzir a absorção.

Metal Proteinado – resultante da quelação de um sal solúvel com aminoácidos e/ou proteínas parcialmente hidrolisadas. O produto final pode conter somente aminoácidos, dipeptídeos, tripeptídeos ou outros derivados de proteína. Geralmente, a mistura resultante possui uma ligação muito fraca,

muitas vezes incapaz de resistir ao ambiente do trato gastrointestinal (constante de estabilidade muito baixa). Esses produtos são menos consistentes por definição e variam na produção e resultados de pesquisas.

Metal Polissacarídeo – resultante da complexação de um sal solúvel com um polissacarídeo. Este produto é uma matriz de mineral orgânico, sem ligações químicas entre o metal e o polissacarídeo. A matriz de polissacarídeo somente envolve o micromineral, promovendo alguma proteção física contra a degradação intestinal.

Rutz, et al. (2007), afirmam que os minerais orgânicos, diferentemente dos inorgânicos, que são absorvidos por carreadores de minerais, são absorvidos por carreadores intestinais de aminoácidos e peptídeos, diminuindo assim a chance de competição entre minerais por mesmas formas de absorção. De acordo com o autor, os minerais orgânicos também permanecem armazenados por períodos mais longos após serem transportados para os tecidos.

Atualmente, disponíveis no mercado, existem diferentes tipos de minerais orgânicos, com características e ações diferenciadas, onde nem todos aumentam a biodisponibilidade do mineral da mesma forma (Cao *et al.*, 2000).

De acordo com Junqueira (2008) os minerais orgânicos têm sua disponibilidade superior a 90%. Já as fontes inorgânicas têm sua biodisponibilidade variável de acordo com a fonte, o que é demonstrado pela tabela 1 em relação ao cobre.

Tabela 1 - Fontes de cobre inorgânico.

Fonte	% do elemento na fonte	Biodisponibilidade
Sulfato de cobre	25	Alta
Carbonato de cobre	53	Intermediária
Cloreto de cobre	37,2	Alta
Oxido de cobre	80	Baixa
Nitrato de cobre	33,9	Intermediária

Adaptado de McDowell (1998)

O cobre (Cu) atua como um ativador enzimático participando do transporte e da transferência de oxigênio e também está envolvido no metabolismo de aminoácidos e do tecido conectivo (MacDowell, 1998). Além disso, Menten (1995) cita o cobre como promotor do crescimento, com ação antimicrobiana e ou modificador da flora microbiana do trato gastrintestinal. Sua deficiência pode vir a causar uma série de patologias entre elas: anemia, redução de pigmentação de penas, atividade enzimática (Hill e Matrone, 1961), comprometimento ósseo e da cartilagem (Carlton e Henderson, 1962).

O Cu também participa na formação de metaloenzimas (McDowell, 1992). A ceruloplasmina, produzida no fígado é uma delas. Sua principal ação é de carrear o cobre no soro (Koh et al., 1996). A citocromo oxidase, que é indispensável na transferência de elétrons para o oxigênio, uma etapa muito importante na respiração celular (Lehninger et al., 1995). Outra característica do cobre seria a indução da síntese da thionein no fígado, que é uma seqüência de aminoácidos que varia conforme a espécie. A thionein pode se ligar ao íon Cu, formando a metallothionein, que tem como uma de suas funções diminuir a quantidade de íons Cu livre no fígado (Richards, 1989).

Associado ao ferro, o cobre também é importante na formação da hemoglobina (McNaughton & Day, 1979).

Assim como os outros minerais orgânicos o cobre também pode apresentar vantagens quando comparado com sua versão inorgânica. Uma delas seria a menor poluição ambiental já que ocorre uma menor excreção do mineral em animais alimentados com cobre orgânico. Leeson e Caston (2008) observaram uma diminuição de 21% na excreção de cobre orgânico quando comparado com a forma inorgânica. Devido a este fator, tem sido desenvolvidas pesquisas buscando uma forma mais solúvel de cobre, como Cu-lisina (Apgar et al., 1995) ou histidinato de lisina (Zhou et al., 1994).

3. OBJETIVO

Assim este trabalho teve como objetivo comparar fontes e níveis de cobre sobre o desempenho e características de carcaça de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade.

4. TRABALHO CIENTÍFICO

O trabalho científico foi confeccionado seguindo as instruções aos autores pela Revista Ciência Rural, obtido no site:

<http://coral.ufsm.br/ccrrevista/normas.htm>

Efeito da fonte e nível de cobre sobre as características de desempenho e de carcaça de frangos de corte

Effect of copper source and level on the performance and carcass characteristics of broilers

**Lucas Lemke Lorenzoni¹, Douglas Haese², Anderson Lazarini Lima³,
Clarisse Simoes Coelho², Rafael Bozani Pmentel¹**

¹ Discente do Programa de Mestrado em Ciência Animal da Universidade Vila Velha (UVV).

² Docente do Programa de Mestrado em Ciência Animal da Universidade Vila (UVV).

³ Gerente Técnico Comercial Alltech.

RESUMO

O experimento foi realizado *na granja experimental do Centro de Tecnologia Animal Ltda., localizada na cidade de Domingos Martins – ES*. Foram utilizados 1.820 pintos de corte da linhagem Cobb 500, machos, de um dia de idade. As aves foram distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com sete tratamentos, 13 repetições e 20 aves por repetição. Para compor as rações experimentais foram adicionadas as rações basais três fontes de cobre: Sulfato de cobre 25% (Cu-I), Cobre quelato (Cu-Met) e Cobre amino complexo (Cu-AA), incluídos nos níveis de 30 e 120 ppm. Houve diferença nos resultados de peso final, ganho de peso e conversão alimentar no período de 1 a 14 dias de idade. A ração contendo 120 ppm de Cu-AA obteve os melhores resultados em relação as rações contendo 30 ou 120 ppm de sulfato de cobre (Cu-I) para peso final e ganho de peso. No período de 1 a 28 e 1 a 42 dias de idade, o peso final e o ganho de peso dos animais diferiram entre si; porém os animais consumindo as rações contendo 120 ppm de sulfato de cobre (Cu-I) ou cobre metionina quelato (Cu-Met) não apresentaram diferenças sobre estes parâmetros. A inclusão de 120 ppm de cobre quelato metionina melhora o desempenho de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade.

Palavras-chave: desempenho produtivo, minerais orgânicos, nutrição.

ABSTRACT

The experiment was conducted at the experimental farm of the Animal Technology Center Ltd., located in Domingos Martins. - ES. Was used 1,820 male broilers, Cobb 500 male, with one day old. The birds were distributed in a completely randomized design, with seven treatments, 13 replications and 20 birds per replicate. To make the experimental diets were added, to the basal rations, three sources of copper: Copper sulphate (25% Cu-I), copper chelate (Cu-Met), and amino copper complex (Cu-AA), that are included at 30 and 120 ppm levels. There were differences in the results of the final weight, weight gain and feed conversion during the period from 1 to 14 days of age. The diet containing 120 ppm Cu-AA achieved the best results in relation to diets containing 30 or 120 ppm copper sulfate (Cu-I) for final weight and weight gain. From 1 to 28, 1 to 42 days of age, the final weight and animal weight gain had difference from each other, but the animals that were consuming diets containing 120 ppm of copper sulfate (Cu-I) or copper chelate methionine (Met-Cu) showed no differences on these parameters. The addition of 120 ppm of methionine chelate copper improves the performance of broilers from 1 to 42 days old.

Key words: productive performance, organic minerals, nutrition

INTRODUÇÃO

A avicultura atualmente tem altas exigências em relação ao manejo sanitário, ambiental e nutricional, para que os animais possam expressar todo o seu potencial produtivo. Sendo assim, surge o desafio aos técnicos atuantes na área de buscar alternativas para otimizar o aproveitamento dos nutrientes da ração, visando melhora de desempenho, diminuição do custo da alimentação e da poluição ambiental.

A utilização de aditivos promotores de crescimento na alimentação animal tem como objetivo melhorar o desempenho dos animais sem riscos a saúde. Assim, dentro desse contexto, podemos destacar a utilização do cobre como aditivo seguro, eficiente e de baixo custo. O cobre participa de várias funções no organismo, sendo necessário para respiração celular e componente de muitas enzimas importantes no metabolismo celular (McDowell, 1992).

Apesar dos benefícios, o seu uso tem sido relacionado ao aumento da poluição ambiental devido à baixa biodisponibilidade do sulfato de cobre, que é a principal fonte de cobre utilizada atualmente.

Alternativas ao uso do cobre inorgânico surgem por meio de outras fontes mais biodisponíveis. Aoyagi e Baker (1993) concluíram que a biodisponibilidade aparente do quelato de cobre foi de 120% quando comparada à forma inorgânica de sulfato de cobre (100%). Além disso, o cobre ligado a uma base orgânica apresenta um efeito estimulador sobre a atividade mitogênica. Segundo Zhou et al. (1994) o uso de cobre ligado ao aminoácido lisina parece ser responsável por um aumento no consumo e no crescimento de suínos. Esse efeito adicional pode ser um aumento da atividade mitogênica nos suínos que consumiam cobre + lisina em comparação com o sulfato de cobre, dessa forma pode-se concluir que a maior absorção do cobre ligado à lisina aumentou o cobre circulante, disponibilizando mais Cu para o metabolismo e multiplicação celular.

Assim este trabalho teve como objetivo comparar fontes e níveis de cobre sobre o desempenho e características de carcaça de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado *na granja experimental do Centro de Tecnologia Animal Ltda., localizada na cidade de Domingos Martins – ES.*

Foram utilizados 1.820 pintos de corte da linhagem Cobb 500, machos, de um dia de idade. As aves foram vacinadas contra as doenças de Marek e Bolba aviária.

O experimento foi conduzido em galpão de alvenaria com piso de cimento; cobertura de telha sem amianto, pé direito de 3,0 m; muretas laterais de alvenaria (0,5 m de altura), fechado lateralmente com tela de arame (malha de 3,0 cm) e cortinas externas reguláveis de polietileno trançado, com o objetivo de se aproximar ao máximo dos desafios que normalmente ocorrem durante o crescimento das aves.

Com o objetivo de promover um manejo corriqueiro de granja comercial, as aves foram alojadas em boxes com cama de cepilho de madeira, espessura de 10 cm, reutilizada de dois lotes de criação de frangos consecutivos. O programa de luz adotado foi o recomendado pelo manual da linhagem Coob (2005), com 24 horas de luz na primeira semana e seis horas de escuro nas demais semanas de criação.

As aves foram distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com sete tratamentos, 13 repetições e 20 aves por repetição. Para compor as rações experimentais foram adicionadas as rações basais três fontes de cobre: Sulfato de cobre 25% (Cu-I), Cobre quelato (Cu-Met) e Cobre amino complexo (Cu-AA), incluídos nos níveis de 30 e 120 ppm (Tabela 2).

Tabela 2. Fonte e nível de cobre nas rações experimentais

Tratamento	Fonte de cobre	Nível de suplementação
Cu-I	CuSO ₄	0 ppm (Controle)
Cu-I-30	CuSO ₄	30ppm
Cu-I-120	CuSO ₄	120 ppm
Cu-Met-30	Cu-Met	30 ppm
Cu-Met-120	Cu-Met	120 ppm
Cu-AA-30	Cu-AA	30 ppm
Cu-AA-120	Cu-AA	120 ppm

As rações basais em cada fase (Tabelas 3, 4 e 5), foram formuladas à base de milho e farelo de soja, e suplementada com aminoácidos industriais, para atender as exigências nutricionais das aves, segundo ROSTAGNO et al. (2011), exceto os níveis de metionina + cistina que permaneceram na relação de 80% com a lisina digestível. A ração e a água foram fornecidas à vontade.

Tabela 3. Composição percentual e calculada das rações experimentais no período de 1 a 14 dias de idade

Ingrediente %	Ração						
	Controle	Cu-I 30 ppm	Cu-I 120 ppm	Cu- Met 30 ppm	Cu- Met 120 ppm	Cu-AA 30 ppm	Cu-AA 120 ppm
Milho 7,88%	54,162	54,142	54,065	54,130	54,034	54,135	54,053
Farelo de Soja 45%	35,973	35,976	35,989	35,978	35,994	35,954	35,899
Farinha de carne 45%	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
Óleo soja	1,971	1,977	2,004	1,990	2,049	1,986	2,031
CO ₃ Ca fino	0,287	0,287	0,287	0,293	0,311	0,287	0,287
Cobre Sulfato		0,012	0,048				
Fosfato bicalcico	0,328	0,329	0,329	0,329	0,329	0,329	0,330
Sal	0,403	0,403	0,403	0,403	0,403	0,403	0,403
Lisina HCl 78%	0,147	0,147	0,147	0,147	0,147	0,147	0,149
Treonina 98%	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037	0,038	0,038
Metionina Hidroxi análoga 84%	0,465	0,465	0,465	0,446	0,390	0,465	0,464
Cloreto Colina 60%	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067
Px Min ¹	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
Px Vit ²	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120
Cu-Met ³				0,020	0,080		
Cu-AA ⁴						0,030	0,120
Composição nutricional calculada							
Energia Met. Aves (Kcal/kg)	2988	2988	2988	2988	2988	2988	2988
Proteína Bruta (%)	23,60	23,60	23,60	23,59	23,56	23,59	23,56

Px Min ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Px Vit ²				0,020	0,080		
Cu-Met ³						0,030	0,120

Composição nutricional calculada

E.Met. aves	3083	3083	3083	3083	3083	3083	3083
		21,81					
Proteína Bruta	21,812	2	21,811	21,803	21,775	21,802	21,773
Fibra	2,672	2,672	2,671	2,672	2,671	2,671	2,666
Met+Cis.Dig aves	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920
Lis.Dig aves	1,150	1,150	1,150	1,150	1,150	1,150	1,150
Treo.Dig aves	0,748	0,748	0,748	0,748	0,748	0,748	0,748
Trip.Dig aves	0,222	0,222	0,222	0,222	0,222	0,221	0,221
Val.Dig aves	0,897	0,897	0,897	0,897	0,897	0,897	0,897
Graxa	5,998	6,005	6,029	6,016	6,071	6,011	6,052
Cálcio	0,841	0,841	0,841	0,841	0,841	0,841	0,841
Fósforo	0,619	0,619	0,619	0,619	0,619	0,619	0,618
Fósf.Disp.aves	0,401	0,401	0,401	0,401	0,401	0,401	0,401
Sódio	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210

¹Conteúdo/kg: Cobre 20.000,0 mg; Ferro 100.000,0 mg; Manganês 100.000,0 mg; Cobalto 2.000,0 mg; Iodo 2.000,0 mg; Zinco 100.000,0 mg; Óleo Mineral 10,0 mg; Calcáreo 0,0 g.

² Conteúdo/kg: Vit. A, 9.000.000,0 kU.I.; Vit. D3 2.500.000,0 kU.I.; Vit E 20.000,0 mg ;Vit K3 2.500,0 mg; Vit B1 1.500,0 mg; Vit B2 6.000,0 mg; Vit B6 3.000,4 mg; Vit B12 12.000,0 mg; Niacina 25.000,0 mg; Ac. Pantotênico 12.000,0 mg; Ácido Fólico 800,0 mg; Selênio 250,0 mg; Biotina 60,0 mg; Calcáreo 0,0 G.

³Cobre quelato com metionina hidroxil análoga, contendo 15% de cobre e 78% metionina.

⁴Cobre metal aminoácido complexo, contendo 10% de cobre.

Tabela 5. Composição percentual e calculada das rações experimentais no período de 29 a 42 dias de idade

Ingrediente %	Ração						
	Control e	Cu-I 30 ppm	Cu-I 120 ppm	Cu-Met 30 ppm	Cu-Met 120 ppm	Cu-AA 30 ppm	Cu-AA 120 ppm
Milho 7,88%	63,205	63,18	63,108	63,173	63,077	63,178	63,097
Farelo de Soja 45%	27,851	27,85	27,867	27,856	27,872	27,832	27,774
Farinha de carne 45%	4,230	4,230	4,230	4,230	4,231	4,231	4,235
Óleo soja	3,239	3,248	3,273	3,259	3,317	3,254	3,298
CO3Ca fino	0,342	0,342	0,342	0,348	0,366	0,342	0,342
Cobre Sulfato		0,012	0,048				

Fosfato bicalcico	0,371	0,371	0,371	0,371	0,371	0,371	0,371
Sal	0,177	0,177	0,177	0,177	0,177	0,177	0,179
Lisina HCl 78%	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
Treonina 98%	0,368	0,368	0,369	0,350	0,294	0,368	0,368
Metionina Hidroxi análoga 84%	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067
Cloreto Colina 60%	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
Px Min ¹	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080
Px Vit ²				0,020	0,080		
Cu-Met ³						0,030	0,120
Composição nutricional calculada							
E.Met. aves	3176	3176	3176	3176	3176	3176	3176
Proteína Bruta	19,83	19,83	19,83	19,82	19,79	19,82	19,79
Fibra	2,570	2,569	2,569	2,569	2,568	2,568	2,564
Met+Cis.Dig aves	0,840	0,840	0,840	0,840	0,840	0,840	0,840
Lis.Dig aves	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050
Treo.Dig aves	0,683	0,683	0,683	0,683	0,683	0,683	0,683
Trip.Dig aves	0,201	0,201	0,201	0,201	0,201	0,201	0,200
Val.Dig aves	0,819	0,819	0,819	0,819	0,819	0,819	0,819
Graxa	6,564	6,572	6,594	6,583	6,638	6,578	6,619
Cálcio	0,663	0,663	0,663	0,663	0,663	0,663	0,663
Fósforo	0,524	0,524	0,524	0,524	0,524	0,524	0,523
Fósf.Disp.aves	0,309	0,309	0,309	0,309	0,309	0,309	0,309
Sódio	0,195	0,195	0,195	0,195	0,195	0,195	0,195

¹Conteúdo/kg: Cobre 20.000,0 mg; Ferro 100.000,0 mg; Manganês 100.000,0 mg; Cobalto 2.000,0 mg; Iodo 2.000,0 mg; Zinco 100.000,0 mg; Óleo Mineral 10,0 mg; Calcáreo 0,0 g.

² Conteúdo/kg: Vit. A, 9.000.000,0 kU.I.; Vit. D3 2.500.000,0 kU.I.; Vit E 20.000,0 mg ;Vit K3 2.500,0 mg; Vit B1 1.500,0 mg; Vit B2 6.000,0 mg; Vit B6 3.000,4 mg; Vit B12 12.000,0 mg; Niacina 25.000,0 mg; Ac. Pantotênico 12.000,0 mg; Ácido Fólico 800,0 mg; Selênio 250,0 mg; Biotina 60,0 mg; Calcáreo 0,0 G.

³Cobre quelato com metionina hidroxi análoga, contendo 15% de cobre e 78% metionina.

⁴Cobre metal aminoácido complexo, contendo 10% de cobre.

O desempenho das aves foi avaliado por meio do ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e índice de viabilidade criatória nos períodos de 1 a 14 dias, 1 a 28 dias e 1 a 42 dias de idade. No 42º dia, após seis horas de jejum de ração, duas aves foram abatidas, por meio de

deslocamento cervical, e selecionadas conforme a média do peso de cada boxe (10% acima ou abaixo do peso médio do boxe), para avaliação do rendimento de carcaça e de cortes nobres (peito e coxa). As carcaças foram pesadas sem cabeça, pés e vísceras. O rendimento de carcaça e o rendimento das partes nobres foram calculados em relação ao peso vivo antes do abate.

As análises estatísticas dos dados foram realizadas com o procedimento GLM (SAS Institute, 2003). As médias foram comparadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de desempenho de frangos de corte no período de 1 a 14 dias de idade encontram-se na Tabela 6.

Tabela 6. Peso inicial (PI), peso final (PF), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade criatória (VC) de frangos de corte no período de 1 a 14 dias de idade

Tratamento	PI	PF	GP	CR	CA	VC, %
Controle	0,040	0,357 ^{bc}	0,317 ^{bc}	0,449	1,42 ^a	98,8
Cu-I 30 ppm	0,040	0,353 ^c	0,313 ^c	0,444	1,42 ^a	99,2
Cu-I 120 ppm	0,040	0,360 ^{abc}	0,321 ^{abc}	0,455	1,42 ^a	99,2
Cu-Met 30 ppm	0,040	0,365 ^{ab}	0,325 ^{ab}	0,446	1,37 ^{ab}	96,9
Cu-Met 120 ppm	0,040	0,367 ^{ab}	0,327 ^{ab}	0,447	1,37 ^{ab}	99,6
Cu-AA 30 ppm	0,040	0,367 ^{ab}	0,327 ^{ab}	0,437	1,34 ^b	98,5
Cu-AA 120 ppm	0,040	0,369 ^a	0,329 ^a	0,450	1,37 ^{ab}	99,2
CV, %	0	3,25	3,60	4,78	5,15	4,42
P	0,8762	0,0049	0,0048	0,3423	0,0180	0,7832

Houve diferença ($P < 0,05$) nos resultados de peso final, ganho de peso e conversão alimentar dos animais. Para peso final e ganho de peso pode-se observar que a ração contendo 120 ppm de Cu-AA obteve os melhores resultados em relação as rações contendo 30 ou 120 ppm de sulfato de cobre (Cu-I). Com relação à conversão alimentar pode-se verificar que, a exceção do

tratamento Cu-AA 30 ppm, não houve diferença entre as fontes e os níveis de cobre sobre este parâmetro. A ração contendo 30 ppm de Cu-AA foi melhor ($P<0,05$) em 3,5% em relação a ração controle ou contendo 30 ou 120 ppm de sulfato de cobre (Cu-I). Não houve diferença nos valores de viabilidade criatória entre os tratamentos.

Os resultados de desempenho de frangos de corte no período de 1 a 28 dias de idade encontram-se na Tabela 7.

Tabela 7. Peso inicial (PI), peso final (PF), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade criatória (VC) de frangos de corte no período de 1 a 28 dias de idade

Tratamento	PI	PF	GP	CR	CA	VC, %
Controle	0,040	1,316 ^b	1,276 ^b	1,953	1,54	97,7
Cu-I 30 ppm	0,040	1,304 ^b	1,264 ^b	1,924	1,53	99,2
Cu-I 120 ppm	0,040	1,360 ^{ab}	1,321 ^{ab}	1,957	1,48	97,7
Cu-Met 30 ppm	0,040	1,312 ^b	1,272 ^b	1,933	1,53	95,4
Cu-Met 120 ppm	0,040	1,388 ^a	1,348 ^a	1,967	1,46	97,7
Cu-AA 30 ppm	0,040	1,320 ^b	1,281 ^b	1,924	1,51	96,5
Cu-AA 120 ppm	0,040	1,302 ^b	1,262 ^b	1,966	1,58	98,5
CV, %	0	4,84	5,15	3,19	8,28	5,58
P	0,8762	0,0054	0,0063	0,3142	0,2934	0,7654

No período de 1 a 28 dias de idade houve ($P<0,05$) diferenças sobre os parâmetros de peso final e ganho de peso dos animais. Os melhores resultados de peso final e ganho de peso foram obtidos nos animais consumindo as rações contendo 120 ppm de sulfato de cobre e 120 ppm de Cu-Met, sendo que os demais tratamentos não diferiram entre si. A utilização de 120 ppm de cobre na forma inorgânica ou como quelato metionina promoveu uma melhora de 4% em relação as demais fontes e níveis de cobre avaliadas neste estudo. O consumo de ração, conversão alimentar e a viabilidade criatória não diferiram entre si.

Os resultados de desempenho de frangos de corte no período de 1 a 42 dias de idade encontram-se na Tabela 8.

Tabela 8. Peso inicial (PI), peso final (PF), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), viabilidade criatória (VC) e índice de eficiência produtiva (IEP) de frangos de corte no período de 1 a 42 dias de idade

Tratamento	PI	PF	GP	CR	CA	VC, %	IEP
Controle	0,040	2,538 ^b	2,498 ^b	4,359	1,75 ^a	96,5	329 ^{bc}
Cu-I 30 ppm	0,040	2,546 ^b	2,506 ^b	4,299	1,72 ^{ab}	98,1	341 ^{ab}
Cu-I 120 ppm	0,040	2,583 ^{ab}	2,544 ^{ab}	4,332	1,70 ^{ab}	96,2	342 ^{ab}
Cu-Met 30 ppm	0,040	2,514 ^b	2,474 ^b	4,319	1,75 ^a	93,5	315 ^c
Cu-Met 120 ppm	0,040	2,652 ^a	2,613 ^a	4,394	1,68 ^b	96,5	357 ^a
Cu-AA 30 ppm	0,040	2,527 ^b	2,487 ^b	4,273	1,72 ^{ab}	94,6	326 ^{bc}
Cu-AA 120 ppm	0,040	2,535 ^b	2,496 ^b	4,364	1,75 ^a	98,1	334 ^{abc}
CV, %	0	3,80	3,85	2,73	3,58	6,40	8,77
P	0,8762	0,0086	0,0085	0,1610	0,0371	0,4324	0,0078

De forma semelhante ao observado na fase de 1 a 28 dias de idade, o peso final e o ganho de peso dos animais diferiram ($P < 0,05$) entre si; porém os animais consumindo as rações contendo 120 ppm de sulfato de cobre (Cu-I) ou cobre metionina quelato (Cu-Met) não apresentaram diferenças sobre estes parâmetros. Já com relação à conversão alimentar os menores valores observados entre os tratamentos foram relatados nos tratamentos com 30 e 120 ppm de Cu-I; 120 ppm de Cu-Met e 30 ppm de Cu-AA, que não diferiram entre si.

A adição de cobre (Cu) é uma prática comum em dietas de suínos, principalmente devido a melhoras nos resultados sobre desempenho, entretanto o seu uso em avicultura é pouco estudado.

Segundo McDowell (1992) o cobre participa de várias funções no organismo, sendo necessário para respiração celular e, também, componente de muitas enzimas importantes no metabolismo celular. Outra importante

função do cobre é a sua atividade antibacteriana e antifúngica. Apgar et al (1995) relatam que a adição de 125 a 250 ppm de sulfato de cobre tem sido utilizado por sua atividade promotora de crescimento, principalmente em dietas de leitões pós-desmame.

As melhoras nos resultados de desempenho devido à utilização do cobre nas rações podem ser observadas no presente estudo, independente do período avaliado. Essa melhora pode ter sido promovida, dentre outros fatores, a sua ação antibacteriana uma vez que a reutilização de cama de frango pode ter aumentado o desafio durante as fases de criação.

Apesar de não ter sido encontrada diferença ($P>0,05$) no consumo de ração entre os tratamentos durante o período experimental, Zhou et al. (1994) sugeriram que o Cu proporciona aumento do consumo de ração em suínos. Segundo o autor este fato se deve ao aumento na secreção do neuropeptídeo Y (Pau et al., 1986) o qual é um conhecido estimulador do consumo em suínos, ou por uma ação estimulante do cobre sobre a pituitária, levando a aumentos na produção de GH estimulando o crescimento, onde esse maior crescimento é acompanhado de uma maior necessidade nutricional.

Além dos fatores entéricos, melhoras no desempenho dos animais podem estar em função dos aumentos do cobre circulante, ou seja, pela disponibilização de mais Cu para as funções metabólicas (Davis et al., 2002).

Lim et al. (2006) avaliando rações utilizando cobre orgânico e inorgânico, para frangos de corte, observaram que na ração contendo cobre orgânico as aves apresentaram aos 35 dias de idade um ganho de peso 5,4% maior quando comparado com aves que receberam sulfato de cobre. Já Laganá et al. (2007), não observaram influência de suplementação de

vitaminas e/ou minerais orgânicos no peso final e ganho de peso de frangos de corte. A inconsistência nos resultados de desempenho entre os trabalhos pode estar relacionados ao grau de desafio, melhoramento genético dos animais, fonte e níveis de cobre utilizados.

No presente estudo apesar da utilização de 120 ppm de cobre na forma de sulfato de cobre ou cobre quelato metionina não terem se diferenciados estatisticamente ($P>0,05$) entre si, pode se observar que o uso de 120 ppm de cobre quelato metionina promoveu os melhores resultados de peso final e ganho de peso aos 42 dias de idade entre os demais tratamentos. Essa melhora com o uso do Cu-Met se deu principalmente pela ação local como antibactericida e, também, sistêmica por sua maior capacidade de absorção.

A utilização do Cu-AA na ração não diferiu ($P<0,05$) do grupo controle no período total do experimento. Quando se faz o uso de um determinado aditivo nutricional é importante que todos os nutrientes sejam valorizados na matriz, uma vez que desbalanços podem ocorrer pelo excesso de nutrientes. As rações utilizadas no presente estudo foram balanceadas segundo as recomendações de Rostagno et al. (2011), e por este motivo a inclusão do Cu-AA pode ter promovido um desbalanço nutricional, uma vez que não foram valorizados durante a formulação. Este fato pode promover uma competição entre os aminoácidos pelos mesmos sítios de ligação e, conseqüentemente, redução na síntese proteica. De forma diferente, as rações contendo Cu-Met tiveram o valor de inclusão de DI-metionina reduzido conforme a inclusão do aditivo.

Apesar do presente estudo não ter avaliado a excreção de cobre nas fezes dos animais sabe-se que minerais ligados a uma base orgânica possuem

maior biodisponibilidade. Esta informação é confirmada no estudo de Aoyagi e Baker (1993), que concluíram que a biodisponibilidade aparente do quelato de cobre foi de 120% quando comparada à forma inorgânica de sulfato de cobre (100%). Assim a inclusão de uma fonte de cobre de maior biodisponibilidade pode melhorar o desempenho dos animais e reduzir a contaminação ambiental.

Com relação ao índice de eficiência produtiva, que é um indicador utilizado para mensurar o desempenho zootécnico dos animais, pode se observar que não houve diferença estatística ($P>0,05$) entre as rações contendo 120 ppm de Cu-I, Cu-Met e Cu-AA e 30 ppm de Cu-I. Apesar de serem estatisticamente semelhantes a inclusão de 120 ppm de de Cu-Met promoveu um melhor resultado zootécnico em número absolutos ao final do período experimental.

Os resultados de peso de carcaça e os seus respectivos rendimentos ao final do período experimental encontram-se na Tabela 9.

Tabela 9. Peso de carcaça, rendimento de carcaça (RC), rendimento de peito (RP) e rendimento de coxa (RCO) de frangos de corte aos 42 dias de idade

Tratamento	Carcaça, g	RC,%	RP,%	RCO,%
Controle	1847,6 ^{bc}	72,5	27,6	9,8
Cu-I 30 ppm	1848,8 ^{bc}	72,9	27,7	9,7
Cu-I 120 ppm	1856,1 ^b	72,8	27,2	10,0
Cu-Met 30 ppm	1814,7 ^c	72,1	28,2	9,5
Cu-Met 120 ppm	1935,2 ^a	73,4	27,0	9,9
Cu-AA 30 ppm	1855,3 ^b	72,9	28,1	9,7
Cu-AA 120 ppm	1869,2 ^b	73,4	28,2	9,6
CV, %	2,43	2,02	5,04	5,47
P	0,0001	0,2774	0,2004	0,2775

Houve diferença ($P<0,05$) entre os valores de peso de carcaça dos animais, sendo que o nível de 120 ppm de Cu-Met promoveu os melhores resultados. Os demais parâmetros avaliados não diferiram entre si.

CONCLUSÃO

A inclusão de 120 ppm de cobre quelato metionina melhora o desempenho de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade.

REFERÊNCIAS

AAFCO - Association of American Feed Control Officials. Official Publication, p.143. Association of American Feed Control Officials, 1999.

AOYAGI, S., BACKER, D.H. Nutrition evaluation of copper-methionine complex for chicks. **Poultry Science**, v. 72, p. 2309-2315, 1993.

APGAR, G.A.; KORNEGAY, E.T. et al. Evaluation of copper Sulfate and copper lysine complex as growth promoters for weanling swine. **Journal of Animal Science** , v.73, p.2640-2646, 1995.

Borges, S.A.; Dahlke, F.; Laurentiz, A.C. *et al.* Impacto da formulação com conceito de proteína ideal em dietas com soja integral e ingredientes alternativos para frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, p.28, (suplemento 5). 2003.

BRITO, J. A. G. ET al. Uso de microminerais sob a forma de complexo orgânico em rações para frangas de reposição no período de 7 a 12 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1342-1348, 2006.

Cao, J.; Henry, P.R.; Guo, R.; *et al.* Chemical characteristics and relative bioavailability of supplemental organic zinc sources for poultry and ruminant. *J. Anim. Sci.* v.78, n.8, p.2039-2054. 2000.

CARLTON, W.W.; HENDERSON, W. Histopathological lesions observed in the long bones of chickens fed a copper-deficient diet. **Poultry Science**, v.41, p.1634, 1962.

DAVIS, M. E.; MAXWELL, C. V.; BROWN, D. C.; RODAS, B. Z.; JOHNSON, Z. B.; KEGLEY, E. B.; HELLWING, D. H.; KVORAK, R. A. Effect of dietary mannan oligosaccharides and (or) pharmacological additions of copper sulfate on growth performance and immunocompetence of weanling and growing/finishing pigs. **Journal of Animal Science**. 80:2887-2894, 2002.

FURLAN, R. L.; MACARI, M. Termorregulação. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. (Eds.). **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2. ed. Jaboticabal: UNESP; FUNEP, 2002. p. 209-230.

HILL, C.H.; MALTRONE, G. Studies on copper and iron deficiency in growing chickens. **Journal of Nutrition**, v.73, p.425-431, 1961.

Junqueira O.M. 2008. Nutrição animal – Quelatos na alimentação animal – Boletim técnico. Capturado em 11 fev. 2015. Online. Disponível na internet. <http://www.pedrovet.com.br/trabalhosC/QuelatosnaAlimentacao.doc>

KIEFER, C.; Minerais quelatados na nutrição de aves e suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, Viçosa, MG, v. 2, n. 3, p. 206-220, 2005.

KOH, T.S.; PENG, R.K.; KLASING, K.C. Dietary copper level affects copper metabolism during lipopolysaccharideinduced immunological stress in chicks. **Poultry Science**, v.75, p.867-872, 1996.

LAGANÁ, C. et al. Effect of the supplementation of vitamins and organic minerals on the performance of broilers under heat stress. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Campinas, v. 9, n. 1, p. 39-43, 2007.

LEESON, S. & CASTON, L. Using minimal supplements of minerals as a method of reducing trace mineral content of poultry manure. **Animal Feed Science and Technology**, p. 330-347, 2008.

LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. **Princípios de bioquímica**. 2.ed. São Paulo: 1995. 839p.

LIM, H.S.; PAIK, I.K.; SOHN, T.I.; KIM, W.Y. Effects of supplementary copper chelates in the form of methionine, chitosan and yeast on the performance of broilers. Asian- **Australasian Journal of Animal Sciences**, v.19, n.9, p.1322-1327, 2006.

MAIORKA, A.; MACARI, M. Absorção de minerais. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. (Eds.). **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2. ed. Jaboticabal: UNESP; FUNEP, 2002. p. 167-173.

McDOWEL, L.R. Copper and molybdenum – minerals in animal and human nutrition. San Diego: Academy Press, 1992. p.178-204.

MCDOWELL, L. R. **Minerais para Ruminantes sob Pastejo em Regiões Tropicais Enfatizando o Brasil**, Rajaraman, V., B.J. Nonnecke, S.T. Franklin, D.C. Hammell and R.L. Horst, 1998. Effect of vitamins A and E on nitric University of Florida, Gainesville, FL.

McNAUGHTON, J.L.; DAY, E. Effect of dietary Fe to Cu ratios on hematological and growth responses of broiler chickens. **Journal of Nutrition**, v.109, p.559-564, 1979.

MENTEN, J.F.M. Eficácia, efeito sinérgico e modo de ação de agentes antimicrobianos como promotores do crescimento de suínos. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1995. 106p. (Tese de Livre Docência) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” / Universidade de São Paulo, 1995.

NOLLET, L. et al. The effect of replacing inorganic with organic trace minerals in broiler diets on productive performance and mineral excretion. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 16, p. 592-297, 2007.

PAU, K. Y. F.; KHORRAM, O.; KYNARD, A. H.; SPIES, H. G. Simultaneous induction of neuropeptide Y and gonadotrophin releasing hormone release in the rabbit hypothalamus. **Neuroendocrinology** , 49:147, 1986.

RICHARDS, M.P. Recent developments in trace element metabolism and function: Role of metallothionein in copper and zinc metabolism. **Journal of Nutrition**, v.119, p.1062-1070, 1989.

Rostagno, H.S. Albino, L.F.T.; Donzele, J.L. *et al.* Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. Ed. 3. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa. 252p. 2011.

Rutz F., Pan E.A., Xavier G.B. 2007. Efeito de minerais orgânicos sobre o metabolismo e desempenho de aves. Capturado em 12 jan. 2015. Online. Disponível na internet. <http://www.aveworld.com.br/index.php?documento=141>

VAN DER KLIS, J. D.; KEMME, A. D. An appraisal of trace elements: inorganic and organic. In: McNAB, J. M.; BOORMAN, K. N. **Poultry feedstuffs**: supply, composition and nutritive value. Wallingford: CAB International, 2002. p. 99-108.

Veiga J.B., Cardoso E.C. 2005. Criação de gado leiteiro na zona bragantina Versão Eletrônica. Capturado em 12 jan. 2015. Online. Disponível na internet.

<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/GadoLeiteiroZonaBragantina/paginas/apresentacao.htm>

ZHOU, W.; KORNEGAY, E.T.; LINDEMANN, M.D. et al. Stimulation of growth by intravenous injection of copper in weanling pigs. **Journal of Animal Science** , v.72, p.2395-2403, 1994b.