

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

**EFEITO DE FONTES E NÍVEIS DE COBRE SOBRE O DESEMPENHO
DE FRANGOS DE CORTE**

ROGÉRIA CARDOZO ERLACHER

VILA VELHA - ES
FEVEREIRO/2014

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

**EFEITO DE FONTES E NÍVEIS DE COBRE SOBRE O DESEMPENHO
DE FRANGOS DE CORTE**

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

ROGÉRIA CARDOZO ERLACHER

VILA VELHA - ES
FEVEREIRO/2014

Catálogo na publicação elaborada pela Biblioteca Central / UVV-ES

E69e Erlacher, Rogéria Cardozo.

Efeitos de fontes e níveis de cobre sobre o desempenho de frangos de corte / Rogéria Cardozo Erlacher. – 2014.
44 f.: il.

Orientador: João Luís Kill.

Dissertação (mestrado em Ciência Animal) - Universidade Vila Velha, 2014.

Inclui bibliografias.

1. Frango de corte – Alimentação e rações. 2. Cobre. 3. Frango de corte – Nutrição. I. Kill, João Luís. II. Universidade Vila Velha. III. Título.

CDD 636.5084

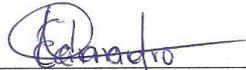
ROGÉRIA CARDOZO ERLACHER

**EFEITO DE FONTES E NÍVEIS DE COBRE SOBRE O
DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE**

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

Aprovado em 28 de fevereiro de 2014

Banca Examinadora:



Dr. Edney Leandro da Vitória – UFES



Dr. Douglas Haese – UVV



**Dr. João Luis Kill – UVV
(Orientador)**

À minha mãe Bernadette Cardozo Erlacher e ao meu pai César Antônio Erlacher
Amor incondicional.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus pela oportunidade estudar e chegar a mais uma etapa em minha vida. Eram muitas as dificuldades, mas com fé e perseverança essas foram vencidas.

Aos meus pais por estarem sempre comigo, me ajudando financeiramente e psicologicamente, porque nada teria em minha vida se não fossem eles.

Aos professores da UVV que sempre que precisamos estiveram ali prontos para nos ajudar em qualquer situação, em especial ao professor Douglas Haese (Co-orientador) e João Luís Kill (orientador) por me darem a oportunidade de fazer o mestrado e de muita aprendizagem na minha vida profissional.

Ao professor Edney Leandro da Vitória por aceitar ser membro da banca de examinadora e por colaborar com meu trabalho.

Aos meus amigos do Mestrado que sempre nos momentos turbulentos estavam presentes, principalmente as meninas (Elaine e Lorena).

Em especial a Maritza que sempre esteve comigo no dia-a-dia me ajudando no que fosse preciso e ao Dawster que se mostrou disponível para tirar dúvidas ao longo do trabalho.

Ao meu namorado Elifas Schultz Guedes, que me acolheu e me fez ter forças nessa caminhada difícil e cansativa, para alcançar a finalização do meu Mestrado.

Ao Programa de Mestrado em Ciência Animal da Universidade Vila Velha, pela formação acadêmica e científica.

A FAPES – Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo, pela concessão da bolsa e suporte financeiro.

Ao CTA – Centro de Tecnologia Animal Ltda pela oportunidade de realização do estudo.

Aos meus colegas de pesquisa Rodrigo, Débora, Ebraim, Jeferson, Júlio e Darli por ajudarem na condução do estudo.

Aos meus familiares que sem o apoio de cada um em minha vida nada disso seria possível.

A todos que contribuíram para a concretização deste estudo.

SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
CAPÍTULO I.....	9
1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1 Importância do cobre na nutrição de frangos de corte	11
2.2 Minerais orgânicos	13
2.3 Biodisponibilidade dos minerais	14
2.4 Absorção dos minerais.....	15
2.5 Utilização dos minerais orgânicos na avicultura.....	16
3. REFERÊNCIAS.....	17
CAPÍTULO II.....	21
RESUMO	23
ABSTRACT	24
INTRODUÇÃO.....	25
MATERIAL E MÉTODOS	26
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
CONCLUSÃO	41
REFERÊNCIAS.....	41

RESUMO

ERLACHER, R. C., MSc., Universidade Vila Velha - ES, Fevereiro de 2014. **Efeito de fontes e níveis de cobre sobre o desempenho de frangos de corte.** Orientador: João Luís Kill.

Os quelatos estão disponíveis no mercado de várias formas, para seu uso na alimentação animal. Os minerais orgânicos podem ser definidos como uma mistura de elementos minerais ligados a um tipo de carreador. Os minerais quelatados podem substituir os minerais inorgânicos em níveis mais baixos, devido à sua maior biodisponibilidade e ainda manter o desempenho dos animais ou até melhorar. Nesse contexto, o experimento foi conduzido com objetivo de avaliar o efeito da fonte e nível de cobre, em dietas a base de milho, farelo de soja e farinha de carne sobre o desempenho de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade. Foram utilizados 800 pintos machos da linhagem comercial Cobb[®] 500, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com sete tratamentos, 13 repetições e 20 aves por repetição, considerada a unidade experimental. Os tratamentos foram determinados a partir dos diferentes níveis de inclusões e fontes de cobre, ficando assim delineados: 1 – dieta controle; 2 – dieta com sulfato de cobre 30mg/kg; 3 – dieta com sulfato de cobre 120mg/kg; 4 – dieta com cobre quelatado I 30mg/kg; 5 – dieta com cobre quelatado I 120mg/kg; 6 – dieta com cobre quelatado II 30mg/kg; 7 – dieta com cobre quelatado II 120mg/kg; Foram avaliados o ganho de peso, o consumo de ração, a conversão alimentar, o índice de eficiência produtiva, a viabilidade criatória e o índice de rentabilidade no período de 1 a 42 dias de idade. O uso de cobre orgânico influenciou significativamente ($p > 0,05$) as variáveis: peso final, ganho de peso e conversão alimentar, de 1 a 42 dias de idade. O nível de 120 mg/kg da fonte de cobre quelatado I, proporcionou melhor desempenho para frango de corte de 1 a 42 dias de idade.

Palavras-chave: Aves, micro mineral, quelatado, performance.

ABSTRACT

ERLACHER, R. C., MSc., Universidade Vila Velha - ES, February 2014. **Effect of sources and levels of copper on performance of broilers.**

Advisor: JoãoLuís Kill.

Chelates are available in market in various forms, for use in animal feed. The organic minerals may be defined as a mixture of mineral elements related to a type of carrier. The chelated minerals may replace the inorganic mineral in lower levels, due to its increased bioavailability and still maintain or even improve animal performance improvement. In this context, the experiment was conducted to evaluate the effect of source and level of copper in diets based on corn, soybean meal and meat meal on the performance of broilers from 1 to 42 days old. 800 male chicks of commercial strain Cobb 500[®], distributed in a completely randomized design with seven treatments, 13 replicates and 20 birds per replicate, considered the experimental unit. The treatments were determined from the different levels of inclusions and sources of copper and are thus delineated: 1 - control diet, 2 - 30mg/kg diet with copper sulfate; 3 - diet 120mg/kg with copper sulfate; 4 - diet with chelated copper I 30mg/kg; 5 - diet with chelated copper I 120mg/kg; 6 - diet with chelated copper II 30mg/kg; 7 - diet with chelated copper II 120mg/kg, the consumption weight gain were evaluated, ration, feed conversion, the productive efficiency, the stock breeding viability and profitability index in the period 1 the 42 days of age. The use of organic copper significantly ($p > 0.05$) influenced final weight, weight gain and feed conversion, from 1 to 42 days of age. The level of 120 mg/kg of the source of chelated copper I gave the best performance for broilers from 1 to 42 days of age.

Keywords: Birds, micro mineral, chelated, performance.

CAPÍTULO I

REVISÃO DE LITERATURA

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de carne de frango, com a produção de 12,645 mil toneladas. A avicultura emprega mais de 3,6 milhões de pessoas, o setor é representado por dezenas de milhares de produtores integrados às empresas, 69,8% da produção é destinada ao mercado interno e 30,2% é exportada. Esses produtores conseguem produzir suas aves de acordo com o desenvolvimento tecnológico na avicultura, rações balanceadas, genética e bem estar (UBABEF, 2012).

As exigências de minerais expostas pelo NRC às vezes são criticadas pelos criadores, por já terem sido calculadas há algum tempo, estes apontam não ser compatíveis com os animais da atualidade que estão mais avançados em genética e nutrição. Com isso acabam utilizando níveis mais elevados proporcionando excesso de minerais no organismo e no ambiente (LEESON, 2008).

Nos últimos anos vêm sendo discutido muito sobre poluição ambiental decorrente do excesso de nutrientes nas rações, um deles é o cobre (Cu) presente em grande quantidade nas fezes dos animais, diante disto têm sido desenvolvidas pesquisas para buscar novas fontes de Cu mais solúveis, como as fontes orgânicas, diminuindo a excreção de Cu no ambiente sem que haja prejuízo no desempenho dos animais (ZHOU et al., 1994; APGAR et al., 1995).

Segundo Vieira (2004), o Cu é essencial no metabolismo animal. Suas funções são: metabólicas, imunidade, reprodução e crescimento, sendo que sua ação primária é de catálise nos sistemas enzimáticos, a interação entre minerais e enzimas melhoram suas atividades.

Com o crescente aumento pelo interesse por minerais orgânicos, que é o mineral junto com uma fonte de hidrolisado (aminoácidos e peptídeos) resultando íons metálicos quelatados. Na forma orgânica os minerais são absorvidos pelos carreadores e não por transportadores, o que evita a competição entre os minerais, aumentando a sua biodisponibilidade; além disso, ficam armazenados no organismo por mais tempo que os inorgânicos (ROSSI et al., 2007).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância do cobre na nutrição de frangos de corte

O interesse pelo uso do cobre na nutrição animal passou a ocorrer em torno de 1930, isso em virtude da ocorrência de doenças que acometiam alguns animais, causadas pela sua deficiência. O cobre é um micromineral, componente de proteínas sanguíneas, como as dos eritrócitos, que são importantes para o metabolismo do oxigênio. Ele apresenta papel em alguns dos principais processos enzimáticos como a citocromo oxidase, além de ser importante para a formação dos ossos e da cartilagem (LEESON e SUMMERS, 2005).

Além disso, o cobre é um elemento essencial na reprodução, no crescimento, no desenvolvimento do tecido conectivo e na pigmentação da pele (UNDERWOOD, 1999). Algumas pesquisas (SCOOT et al., 1982; VICENZI, 1996; LEESON e SUMMERS, 2001), apontam que esse micromineral é muito importante para aumentar a resistência ao estresse e às doenças, com um papel vital na saúde e no funcionamento normal das células do organismo.

Pode-se dizer que o modo de ação do cobre como agente promotor de crescimento ainda não está bem definido, porém, sabe-se que o mesmo, apresenta ação antimicrobiana e/ou modificadora da flora microbiana do trato gastrintestinal, além de uma possível ação metabólica ou sistêmica, em relação à promoção do crescimento nos animais (LIMA e MIYADA, 2003).

Ele também exerce uma função importantíssima na formação da hemoglobina, juntamente com o ferro, além da formação de várias metaloenzimas. O cobre estimula a erythropoiesis nos animais e participa ativamente na formação da heme, e o ferro por sua vez, atua na formação da hemoglobina (GATTÁS e BARBOSA, 2004).

A atuação do cobre como melhorador de desempenho na dieta de frangos de corte ocorre quando o mesmo é adicionado em níveis superiores aos recomendados (FISHER et al., 1973; HODA e MAHA, 1995). Segundo Rostagno et al., 1994, o cobre pode ser adicionado à ração de frangos como

promotor de crescimento, em várias formas de apresentação, porém, a mais utilizada é na forma de sulfato. Entretanto, as fontes orgânicas (quelatadas) têm sido muito estudadas, principalmente por aumentarem a biodisponibilidade desse mineral (MABE, 2001).

Nos animais monogástricos a absorção do cobre varia de acordo com a fase de vida, quando jovens sabe-se que de 15 a 30% do cobre ingerido é absorvido e já na fase adulta, somente 5 a 10% é realmente aproveitado, e o seu principal sítio de absorção é o duodeno (MCDOWEL, 1992). Além disso, a absorção do cobre ocorre em maior escala nos animais que apresentem alguma deficiência do que naqueles sadios (AOYAGI e BAKER, 1993).

Quando ocorre alta ingestão de carbonato de cálcio ou de sulfato ferroso a absorção do cobre pode ser reduzida, visto que, o carbonato reduz a absorção por elevar o pH do conteúdo intestinal, ou seja, tornando o meio básico, já em relação ao sulfato, ele forma com o cobre um composto insolúvel que não é absorvido (ANDRIGUETTO et al., 1999).

Em animais recém-nascidos a absorção de cobre, em todas as espécies, é feita através de um complexo protéico, diferente do que ocorre nos animais adultos (UNDERWOOD e SUTTLE, 1999).

A deficiência de cobre no organismo pode provocar uma série de sintomas, porém, a anemia é o principal problema ocorrido em todas as espécies. A anemia provocada pela deficiência do cobre ocorre devido a uma diminuição na absorção desse mineral, que conseqüentemente irá causar uma baixa no nível de ferro no organismo, que é necessário na síntese de hemoglobina no sangue (MCNAUGHTON e DAY, 1979).

Além disso, os animais também podem apresentar sintomas como: diminuição no crescimento, distúrbios ósseos, despigmentação dos pêlos e diarreia (ANDRIGUETTO et al., 1999). Essa falta de pigmentação pode ocorrer devido a não conversão da tirosina em melanina (MCDOWEL, 1992). Em um estudo realizado por Rucker et al. (1975), foi observado que os frangos alimentados com menos de 1mg/kg de cobre tiveram aumento na fragilidade óssea.

2.2 Minerais orgânicos

Os minerais, na maioria das vezes, são fornecidos para os animais com adição nas rações sob suas formas salinas, por normalmente possuírem menor custo. Porém, em relação a maior biodisponibilidade os microminerais na sua forma orgânica tem se mostrado superiores em relação às fontes inorgânicas, uma vez que, os mesmos são mais facilmente absorvidos e retidos pelo organismo animal, podendo conseqüentemente, atuar com mais facilidade melhorando o desempenho animal e reduzindo a excreção dos minerais que potencialmente poluem o ambiente (ASSIS et al., 2008).

Os microminerais orgânicos, também conhecidos como quelatos, estão disponíveis no mercado de várias formas, para seu uso na alimentação animal (AAFCO, 2000). Eles podem ser definidos como uma mistura de elementos minerais ligados a um tipo de carreador, podendo ser um aminoácido ou um polissacarídeo com capacidade de se ligar ao metal formando uma estrutura cíclica, o que pode ser observado na Figura 1 (LEESON e SUMMERS, 1997).

De acordo com Kratzer e Vohra (1996), quelato pode ser descrito como um complexo metálico onde ocorrem mais ligações do que sua valência, tendo como função aumentar a absorção e a disponibilidade do mineral no organismo.



Figura 1 – Diferenciação estrutural dos minerais quelatados
Fonte: POLLI (2002).

Paik et al., (1999) em um estudo com o objetivo de comparar fonte orgânica (Metionina + Cu) e inorgânica (CuSO₄) de cobre, observaram resultado de maior ganho de peso no tratamento onde os pintinhos eram alimentados com a suplementação de cobre orgânico em relação aos suplementados com cobre inorgânico.

Existe uma crescente preocupação com o poder poluente dos dejetos, com isso, pesquisas têm sido direcionadas para a avaliação de fontes orgânicas de minerais. Baseado nisso, estudos são realizados a fim de determinar menores níveis de diferentes fontes minerais que possam ser adicionadas à ração, melhorando o desempenho animal e diminuindo a sua excreção (MUNIZ, 2007).

2.3 Biodisponibilidade dos minerais

Biodisponibilidade pode ser definida como a fração mineral que é completamente absorvida pelo animal (POLLI, 2002). Ela é afetada por alguns fatores como: forma química do mineral, nível de adição, tamanho da partícula, interações com outros minerais e nutrientes, estado fisiológico do animal, qualidade da água ingerida, idade e espécie animal (MILES e HENRY, 2000).

Segundo Junqueira (2008), os minerais orgânicos (quelatados) apresentam biodisponibilidade superior a 90%, enquanto que os minerais inorgânicos variam entre 10 a 18%. De acordo com Reddy et al., (1992), os benefícios sobre o uso de minerais orgânicos em geral seriam: menor taxa de mortalidade, maior taxa de crescimento, maior ganho de peso e redução no efeito do estresse. Além, da quantidade de outros nutrientes na ração, que também pode interferir na biodisponibilidade (CHRISP et al., 1989). Ainda relacionado a isso, Lee et al., (2002) descrevem que a biodisponibilidade também pode ser diminuída com a presença dos ácidos fítico e oxálico, taninos, fibra, selênio, ferro e cálcio e pode ser melhorada com a presença de ácido polínico, citrato e aminoácidos.

Nollet et al., (2007) testaram a substituição total dos minerais inorgânicos por orgânicos e tiveram como resultado a possibilidade de reduzir os níveis de

adição dos minerais na forma orgânica, e ainda manter o melhor desempenho dos animais.

2.4 Absorção dos minerais

Como forma de atender as necessidades das aves, os nutricionistas vêm utilizando em grande escala os minerais na forma inorgânica. Porém, quando estes minerais chegam ao trato gastrointestinal eles são primeiramente solubilizados liberando os íons e estes são absorvidos (RUTZ et al., 2007).

Para que esses íons minerais sejam absorvidos, é necessário um agente ligante ou através de transporte ativo, e somente depois dessa absorção, os minerais ficam disponíveis na corrente sanguínea e nos órgãos. Mas, ainda podem ocorrer reações que formam compostos insolúveis e assim, estes íons serão excretados (HERRICK, 1993).

Como alternativa para aumentar a disponibilidade dos íons deve-se aumentar os níveis dos minerais que são fornecidos nas rações. Porém, com isso, podem ocorrer efeitos colaterais no organismo animal como: diarreia e desequilíbrios com outros minerais, reduzindo assim a biodisponibilidade e causando poluição ambiental, devido à grande quantidade que será excretada nas fezes (LEESON E SUMMERS, 1997).

De outra forma, os minerais quelatados (orgânicos) se comportam de maneira diferente no organismo animal, uma vez que eles apresentam uma absorção superior aos minerais inorgânicos, pois ela é feita por outras vias, sendo as mesmas das moléculas orgânicas que ficam ligadas a eles, não causando interação com a absorção de outros minerais. Esta absorção pode ser de duas maneiras, onde na primeira, o mineral se liga a borda em escova sendo absorvido pela célula epitelial, ou a segunda, que é mais comum, quando ele é absorvido junto com o agente quelante. A melhora na utilização do mineral depende da capacidade que o agente quelante tem de se ligar ao mineral e competir com os outros agentes ligantes, formando complexos solúveis (KRATZER e VOHRA, 1996).

2.5 Utilização dos minerais orgânicos na avicultura

A utilização dos minerais na forma orgânica também apresenta uma questão ambiental envolvida, uma vez que, com a redução dos níveis de minerais adicionados nas rações e sua maior absorção, há menos resíduos excretados pelos animais, diminuindo a poluição ambiental (LEE et al., 2001).

Segundo Speers et al., (1992), os minerais orgânicos podem substituir os inorgânicos quando adicionado em níveis mais baixos, devido à sua maior biodisponibilidade e ainda manterem o melhor desempenho dos animais. Alguns estudiosos relataram que após testarem diferentes níveis de minerais orgânicos, o desempenho dos frangos de corte não se alterou, e ainda pode ser realizada uma redução de 30 a 50% no nível de adição dos minerais orgânicos com relação aos minerais inorgânicos (PAIK, 2001; LEESON, 2003; BURKETT et al., 2005).

O estudo realizado por Nollet et al., (2007), mostrou que as dietas fornecidas para frangos de corte suplementadas com minerais orgânicos, tiveram redução de 46 a 55% na excreção, quando comparadas com dietas suplementadas com minerais inorgânicos.

Ainda relacionado a isso, Reddy et al., (1992), a fim de demonstrar os benefícios do uso de minerais orgânicos com relação ao aumento da biodisponibilidade, obtiveram os seguintes resultados: maior taxa de crescimento de aves, maior ganho de peso, melhor produção, menor taxa de mortalidade e menor efeito do estresse calórico.

Existem ainda, trabalhos que demonstraram melhoras no metabolismo dos animais com a suplementação de minerais orgânicos, como o que ocorreu no de Deyhime Teeter (1997), que obtiveram uma redução de 5 para 2% na taxa de ascite, sabendo que o uso em grandes quantidades de vitaminas e minerais inorgânicos potencializa a ascite.

3. REFERÊNCIAS

ANDRIGUETTO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, I.; et al. Nutrição animal, as bases e os fundamentos da nutrição animal: os alimentos. São Paulo: Editora Nobel, 395 p., 1999.

AOYAGI, S., BAKER, D.H. Nutritional 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.

ASSIS, M. M.; THOMAZ, M. C.; PASCOAL, L. A. F., et al. Microminerais sob a forma orgânica em dietas para leitões desmamados sobre o desempenho e incidência de diarreia. Publicado por Suino.com, 2008. Disponível em: <http://www.suino.com.br/NutricaoNoticia.aspx?codigoNot=43049>. Acesso em: 01 de Abril de 2014.

BURKETT, J.L., STALDER, K.J., SCHWAB, C.R. et al. Growth comparison and fecal mineral excretion of inorganic and organic trace mineral supplementation in swine. Iowa State University Animal Industry Report.8p. 2005.

CHRISP, J. S.; SYKES, A. R.; GRACE, N. D. Kinetic aspects of calcium metabolism in lactating sheep offered herbage with different Ca concentrations and the effect of protein supplementation. **British Journal of Nutrition**, v. 61, n. 1, p. 45-58, 1989.

DEYHIM, F.; TEETER, R. G. Dietary vitamin level and trace mineral premix form effect on broiler performance. Technical data sheet. Chelated Minerals Corp. Salt Lake City, UT, 1997.

FISHER, C.; LAURSEN-JONES, A.P.; HILL, K.J.; HARDY, W.S. The effect of copper sulphate on performance and the structure of the gizzard in broilers. **British Poultry Science**, v.14, p.55-68, 1973.

GATTÁS, G.; BARBOSA, F. F. Cobre na nutrição de aves e suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 1, n° 3, p. 117-133, Novembro/Dezembro, 2004.

HERRICK, J. B.; Mineral in animal health. In: ASHMEAD, H. B (Ed.). The roles of amino acid chelates in animal nutrition. New Jersey: Noyes, p. 3-9, 1993.

HODA, A.A.; MAHA, M.H. Potency of copper as growth promoter in broiler chickens. **Veterinary Medical Journal**, v.43, p.77-85, 1995.

JUNQUEIRA, O. M.; Nutrição Animal: quelatos na alimentação animal. 2008. Disponível em: http://www.pedrovet.com.br/trabalhosC/Quelatos_na_Alimentação.doc. Acesso em: 09 de Dezembro de 2013.

KRATZER, F. H. VOHRA, P.; Chelates and chelation. In: KRATZER, F. H.; VOHRA, P. **Chelates in nutrition**. Boca Raton: CRC Press, p. 5-33, 1996.

LEE, S.H., CHOI, S.C., CHAE, B. J. et al. Evaluation of metal-amino chelates and complexes at various levels of copper and zinc in weanling pigs and broiler chicks. **Journal of Animal Science**, v.14, p.1734-1740, 2001.

LEE, J.; KNOWLES, S.O.; JUDSON, G.J. Trace element and vitamin nutrition of grazing shepp. IN: FREER, M.; DOVE, H. (Eds.) Shepp nutrition. Carberra: CABI, p.285-311, 2002.

LEESON, S. A new look at trace mineral nutrition of poultry: can we reduce the environmental burden of poultry manure? In: LYONS, T.P., JACQUES, K.A. Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries. Eds. Nottingham University Press, Nottingham. United Kingdom. 2003.

LEESON, S. Trace minerals in poultry nutrition-2. Copper and zinc – the next pollution frontier. *World Poultry* (3): 14-16, 2008.

LEESON, S., SUMMERS, J.D. Commercial poultry nutrition. 2^a Edition. Guelph, Ontario: University Books, p. 57-58, 1997.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. Scott's Nutrition of the Chicken. University Books. 4th edition. 591 p., 2001.

LEESON, S. e SUMMERS, J. D. Commercial Poultry Nutrition. 3rd edition. Nottingham University Press, 2005.

LIMA, I. A. V. e MIYADA, V. S. Cobre orgânico e inorgânico como promotores do crescimento de leitões recém-desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1657-1662, 2003.

MABE, I. Efeitos da suplementação dietética com quelatos de Zinco e Manganês na produção, qualidade de ovos e morfologia intestinal de galinhas poedeiras. 2001. 94f. **Tese** (Doutorado) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, São Paulo, 2001.

McDOWELL, L. R. Minerals in animal and human nutrition. New York: Academic Press, 1992.

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.

MILES, R.D.; HENRY, P.R. Relative trace mineral bioavailability. **Ciência Animal Brasileira**, n.1, p.73-93. 2000.

MUNIZ, M. H. B. Minerais de fontes orgânicas em dietas de leitões desmamados. Dissertação de Doutorado. Universidade Estadual Paulista. Botucatu – SP, 2007.

NOLLET, L.; VANDERKLIS, J. D.; LENSING, M.; SPRING, P. The effect of replacing inorganic with organic trace minerals in broiler diets on productive performance and mineral excretion. **Journal Applied Poultry Research**, v.16, p. 592 – 597, 2007.

PAIK, I. K.; SEO, S. H.; Um, J. S. et al. Effects of supplementary copper-chelate on the performance and cholesterol level in plasma and breast muscle of broiler chickens. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**.v.12, p.794-798. 1999.

PAIK, I. Application of chelated minerals in animal production. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.14, p.191-198. 2001.

POLLI, S. R. Boletim Informativo Nutron Pet, n.4, 2002. Disponível em: <<http://www.animalworld.com.br/vet/ver.php?id=190>>. Acesso em: 15 de dezembro de 2013.

REDDY, A. B.; DWIVED, J. N.; ASHMEAD, A. D. Mineral chelation generates profit. *Misset – Word Poultry*, v. 8, p. 13 – 15, 1992.

ROSSI, P.; NUNES, J. K.; RIBEIRO, E. M.; et al. Efeito dos minerais orgânicos sobre o desempenho Reprodutivo de matrizes pesadas. In: XVI CIC **Pesquisa e responsabilidade ambiental**. 2007.

ROSTAGNO, H.S.; SILVA, D.J.; COSTA, P.M.A.; et al. Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos (Tabelas brasileiras). Viçosa: UFV, **Imprensa Universitária**, 59 p., 1994.

RUCKER, R.B.; RIGGINS, R.S.; LAUGHLIN, R. et al. Effects of nutritional copper deficiency on the biomechanical properties of bone and arterial elastin metabolism in the chicks. **Journal of Nutrition**, v.105, p.1062-1070, 1975.

RUTZ, F., PAN, E. A., XAVIER, G. B. Efeito de minerais orgânicos sobre o metabolismo e desempenho de aves. **Revista Aveworld**. In: <<http://www.aveworld.com.br/index.php/documento/141>>, 2007. Acessado em: 18 de dezembro de 2013.

SCOTT, M.L.; NESHEIM, M.C.; YOUNG, R.J. Nutrition of the chickens. 3.ed. New York: Ithaca, 562 p., 1982.

SPEARS, J. W.; SCHOENHERR, W. D.; KEGLEY, E. B.; et al. Efficacy of iron methionine as a source for iron for nursing pigs. **Journal of Animal Science**, v.70, p.243, 1992.

UNDERWOOD, E.J. The mineral nutrition of livestock. 3ª Edition. Wallingford: CABI, 614 p., 1999.

UNDERWOOD, E. J. e SUTTLE, N. F. The Mineral Nutrition of Livestock. 3rd ed. CABI Publishing, New York, NY, 1999.

UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA - UBABEF. Dados de Produção e Consumo, 2012. Estatísticas. Disponível em: <<http://www.ubabef.com.br/estatisticas/frango/>>. Acesso em: 18 de Dezembro de 2013.

VICENZI, E. Fadiga de gaiola e qualidade da casca do ovo. Aspectos nutricionais. In: Simpósio Técnico de Produção de Ovos, São Paulo, Brasil, p. 77-91, 1996.

VIEIRA, S. L. Minerais quelatados na nutrição animal. In: **Simpósio sobre manejo e nutrição de aves e suínos**. CBNA – Campinas, SP, pg. 51-70. 2004.

ZHOU, W.; KORNEGAY, E.; LAAR, V. H.; et al. The role of feed consumption and feed efficiency in copper-stimulated growth. **Journal of Animal Science**, v.72, p.2385-2394, 1994.

CAPÍTULO II

**EFEITO DE FONTES E NÍVEIS DE COBRE SOBRE O
DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE**

RESUMO

Realizou-se esse estudo com objetivo de avaliar o efeito da fonte e nível de cobre sobre o desempenho de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade. Foram utilizados 1820 pintos machos da linhagem comercial Cobb® 500, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com sete tratamentos, 13 repetições e 20 aves por unidade repetição. Os tratamentos foram determinados a partir das diferentes inclusões e fontes de cobre, ficando assim delineados: 1 – dieta controle, sem adição de cobre; 2 – dieta com sulfato de cobre 30mg/kg; 3 – dieta com sulfato de cobre 120mg/kg; 4 – dieta com cobre quelatado I 30mg/kg; 5 – dieta com cobre quelatado I 120mg/kg; 6 – dieta com cobre quelatado II 30mg/kg; 7 – dieta com cobre quelatado II 120mg/kg; Foram avaliados o ganho de peso, o consumo de ração, a conversão alimentar, o índice de eficiência produtiva, a viabilidade criatória e índice de rentabilidade no período de 1 a 42 dias de idade. O uso de cobre orgânico influenciou significativamente o peso final, o ganho de peso e a conversão alimentar, de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade. O nível de 120 mg/kg da fonte de cobre quelatado I, proporcionou melhor desempenho para frango de corte de 1 a 42 dias de idade.

Palavras-chave: aves, performance, micro mineral, quelato.

ABSTRACT

We conducted this study to evaluate the effect of source and level of copper on performance of broilers from 1 to 42 days old. 1820 male chicks of commercial strain Cobb 500[®], distributed in a completely randomized design with seven treatments, 13 replicates and 20 birds per repeating unit were used. The treatments were determined from different inclusions and sources of copper, whereupon outlined: 1 - control diet without copper; 2 - 30mg/kg diet with copper sulfate, 3 - 120mg/kg diet with copper sulfate; 4 - diet with chelated copper I 30mg/kg; 5 - diet with chelated copper I 120mg/kg; 6 - diet with chelated copper II 30mg/kg; 7 - diet with chelated copper II 120mg/kg; were evaluated weight gain, feed intake, feed conversion, the productive efficiency, the stock breeding viability and profitability index in the period 1-42 days of age. The use of organic copper significantly final weight, weight gain and feed conversion of broilers from 1 to 42 days old. The level of 120 mg/kg of the source of chelated copper I gave the best performance for broilers from 1 to 42 days of age.

Keywords:birds, performance, micro mineral, chelate.

INTRODUÇÃO

Os minerais orgânicos são uma alternativa para melhorar os ganhos na nutrição de aves. Os minerais não são absorvidos por carreadores de aminoácido e peptídeo, quando estão em sua forma orgânica, o que evita a competição entre os minerais que tem os mesmos carreadores (RUTZ et al., 2007).

Estão sendo desenvolvidos muitos estudos para comprovar um melhor aproveitamento destes nutrientes e seu papel fisiológico, tendo animais cada vez mais sadios (POLLI, 2002). E ainda garantirá a absorção do mineral sem entrar no processo de competição iônica (MORAES et al., 2001).

Os minerais apresentam-se de duas formas, orgânica e inorgânica, sendo que os orgânicos ajudam a melhorar a produtividade dos animais, devido à melhora causada pela maior absorção e utilização dos alimentos (MAIORKA e MACARI, 2002). Complexos formados por outras substâncias no trato digestivo, podem ser a causa da baixa biodisponibilidade do microminerais inorgânicos (MABE, 2001).

Para que o animal tenha suas exigências atendidas, sem que haja excesso ou deficiência de algum nutriente, é necessário que estes sejam oferecidos na ração em quantidade adequada para a sua fase, principalmente em frangos de corte (SECHINATO et al., 2006) mesmo que a porcentagem de minerais no corpo do animal seja baixa, a participação deles na formação do tecido ósseo é de cerca de 80 a 85%, além de exercer outras funções, tornando-os indispensáveis para o organismo animal (Mc DOWELL, 1992).

Na maioria das vezes os minerais não são encontrados na quantidade suficiente nos alimentos utilizados nas rações dos animais, que se não forem suplementados podem gerar uma série de problemas no metabolismo e no desempenho (PEDREIRA e BETERCHELLI, 2006). A deficiência de minerais, tanto severa quanto subclínica é responsável pela baixa produção, por problemas reprodutivos, pela diminuição do crescimento e pela ocorrência de abortos (MORAIS, 2001).

Desta forma torna-se relevante determinar o efeito de fontes e níveis de cobre no desempenho de frangos de corte no período de 1 a 42 dias de idade.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no setor de avicultura do Centro de Tecnologia Animal Ltda, localizado no município de Domingos Martins – ES, no período de 10 de outubro a 21 de novembro de 2013. Foram utilizados 1820 pintinhos de corte, de um dia de idade, da linhagem comercial Cobb® 500, com peso médio inicial de $39,7 \pm 0,73$ g. A distribuição dos animais foi realizada de forma a minimizar a variação entre as unidades experimentais.

O galpão experimental possui piso de cimento, cobertura de telha de zinco e pé direito de 3,0 m, muretas laterais de alvenaria com 0,5 m de altura, fechado lateralmente com tela de arame, malha de 2,8 cm e cortinas externas reguláveis de polietileno trançado. As aves foram distribuídas em 91 boxes de 1,50 x 1,35 m (2,025 m²), com cobertura de 10 cm de maravalha, equipados com bebedouros automáticos tipo *nipple* e comedouros tubulares com capacidade para 12 kg de ração cada (Figura 2).



Figura 2. Instalação experimental para frango de corte do CTA.

Foi utilizado um programa de luz de 24 horas (natural + artificial) durante todo o período experimental. A manutenção da temperatura de conforto das aves foi realizada ajustando a temperatura no interior do galpão por meio de aquecedores a gás, até os 14 dias de idade. Após esse período o controle da temperatura foi feito com o manejo de cortinas.

Em todo o período de estudo foi feito o registro das temperaturas máximas (C°) e mínimas (C°), temperatura ambiente (C°) e umidade relativa (%), com o auxílio de um termo higrômetro, esse registro foi feito sempre na parte da manhã.

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com sete tratamentos, 13 repetições e 20 aves por unidade experimental.

Foram adotadas três fases de criação, inicial – 1 a 14 dias, crescimento – 15 a 28 dias e acabamento – 29 a 42 dias de idade.

Foram formuladas sete dietas experimentais com a mesma composição nutricional, atendendo as exigências nutricionais de acordo com Rostagno et al., (2011). Não foi adicionado antibiótico para programa de controle antimicrobiano nos tratamentos e não houve desafio sanitário.

Os tratamentos foram determinados a partir da inclusão de níveis de cobre nas dietas, sendo estabelecidos conforme descrição a seguir: Tratamento 1: dieta controle sem cobre; Tratamento 2: dieta com sulfato de cobre 30mg/kg; Tratamento 3: dieta com sulfato de cobre 120mg/kg; Tratamento 4: dieta com cobre quelatado I 30mg/kg; Tratamento 5: dieta com cobre quelatado I 120mg/kg; Tratamento 6: dieta com cobre quelatado II 30mg/kg; Tratamento 7: dieta com cobre quelatado II 120mg/kg;

A fonte de cobre quelatado I é formada por ligações covalentes formando um quelato, ele está ligado a uma molécula de metionina altamente disponível proporcionando maior disponibilidade do cobre e absorção da metionina após a liberação do cobre. Já a fonte de cobre quelatado II é ligada a uma molécula de aminoácido, para também aumentar a disponibilidade do cobre.

A composição das dietas experimentais para as fases: inicial, crescimento e acabamento são apresentadas nas Tabelas 1, 2 e 3, respectivamente. As rações e a água foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental.

Tabela 1. Composição percentual das rações experimentais para frangos de corte na fase inicial no período de 1 a 14 dias de idade

Ingredientes	Inclusão, %						
	Controle	SC, 30mg/ kg ³	SC, 120mg/ kg ³	CQ I, 30mg/ kg ³	CQ I, 120mg/ kg ³	CQ II, 30mg/ kg ³	CQ II, 120mg/ kg ³
Farelo de 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 de 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
Sulfato Cobre	-	0,012	0,048	-	-	-	-
Fosfato bicálcico	0,328	0,329	0,329	0,329	0,329	0,329	0,330
Sal comum	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
L – Treonina	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037	0,038	0,038
Metionina – MHA 84%	0,465	0,465	0,465	0,446	0,390	0,465	0,464
Cloreto de Colina 60%	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067
Suplemento Mineral ¹	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
Suplemento Vitaminico ²	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120
Cobre quelatado I	-	-	-	0,020	0,080	-	-
Cobre quelatado II	-	-	-	-	-	0,030	0,120
<i>Composição calculada</i>							
Energia Metabolizável, 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
Fibra %	2,844	2,843	2,843	2,843	2,843	2,842	2,838
Metionina+Cistina Digestível aves %	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Lisina Digestível aves %	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250
Treonina Digestível aves %	0,813	0,813	0,813	0,813	0,813	0,813	0,813
Triptofano Digestível aves %	0,247	0,247	0,247	0,247	0,247	0,246	0,246
Valina Digestível aves %	0,975	0,975	0,975	0,975	0,975	0,975	0,975
Extrato etéreo %	5,343	5,349	5,373	5,361	5,416	5,356	5,397
Cálcio %	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920
Fósforo %	0,695	0,695	0,695	0,695	0,695	0,695	0,695
Fósforo Disponível aves %	0,470	0,470	0,470	0,470	0,470	0,470	0,470
Sódio %	0,220	0,220	0,220	0,220	0,220	0,220	0,220

¹Enriquecimento, por kg de ração: manganês - 160.000,00 mg; ferro - 100.000,00 mg; zinco - 100.000,00 mg; cobre - 20.000,00 mg; cobalto - 2.000,00 mg; iodo - 2.000,00 mg. óleo mineral - 10 mg;

²Enriquecimento, por kg de ração: vit. A - 9.000.000,00 KU.I.; vit. D3- 2.500.000,00 KU.I.; vit. E - 20.000,00 mg; vit. B1 - 1.500,00 mg; vit. B6 - 3.000,40mg; biotina - 60 mg; vit. k3 - 2.500,00 mg; ácido fólico - 800 mg; ácido nicotínico - 25.000,00 mg; vit. B12 - 12.000,00mcg; selênio – 250 mg.

³ SC – Sulfato de cobre; CQ I – Cobre quelatado I; CQ II – Cobre quelatado II;

Tabela 2. Composição percentual das rações experimentais para frangos de corte na fase inicial no período de 15 a 28 dias de idade

Ingredientes	Inclusão, %						
	Controle	SC, 30mg/ kg ³	SC, 120mg/ kg ³	CQ I, 30mg/ kg ³	CQ I, 120mg/ kg ³	CQ II, 30mg/ kg ³	CQ II, 120mg/ kg ³
Farelo de Milho 7,88%	58,664	58,640	58,563	58,632	58,536	58,637	58,556
Farelo de Soja 45%	31,268	31,272	31,285	31,273	31,289	31,249	31,191
Farinha de carne 45%	5,988	5,988	5,989	5,988	5,989	5,989	5,993
Óleo de soja	2,545	2,553	2,580	2,564	2,623	2,560	2,604
CO ₃ Ca fino	0,335	0,335	0,335	0,341	0,359	0,335	0,335
Sulfato Cobre	-	0,012	0,048	-	-	-	-
Sal comum	0,378	0,378	0,378	0,378	0,378	0,378	0,378
Lisina HCl 78%	0,163	0,163	0,163	0,163	0,163	0,164	0,165
L – Treonina	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,035
Metionina – MHA 84%	0,417	0,417	0,417	0,399	0,343	0,417	0,417
Cloreto de Colina 60%	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067
Suplemento Mineral ¹	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
Suplemento Vitamínico ²	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Cobre quelatado I	-	-	-	0,020	0,080	-	-
Cobre quelatado II	-	-	-	-	-	0,030	0,120
<i>Composição calculada</i>							
Energia Metabolizável, kcal/kg	3083	3083	3083	3083	3083	3083	3083
Proteína Bruta, %	21,812	21,812	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
Metionina+Cistina Digestível aves %	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920
Lisina Digestível aves %	1,150	1,150	1,150	1,150	1,150	1,150	1,150
Treonina Digestível aves %	0,748	0,748	0,748	0,748	0,748	0,748	0,748
Triptofano Digestível aves %	0,222	0,222	0,222	0,222	0,222	0,221	0,221
Valina Digestível aves %	0,897	0,897	0,897	0,897	0,897	0,897	0,897
Extrato etéreo %	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
Fósforo Disponível 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

¹Enriquecimento, por kg de ração: manganês - 160.000,00 mg; ferro - 100.000,00 mg; zinco - 100.000,00 mg; cobre - 20.000,00 mg; cobalto - 2.000,00 mg; iodo - 2.000,00 mg. óleo mineral - 10 mg;

²Enriquecimento, por kg de ração: vit. A - 9.000.000,00 KU.I.; vit. D3- 2.500.000,00 KU.I.; vit. E - 20.000,00 mg; vit. B1 - 1.500,00 mg; vit. B6 - 3.000,40mg; biotina - 60 mg; vit. k3 - 2.500,00 mg; ácido fólico - 800 mg; ácido nicotínico - 25.000,00 mg; vit. B12 - 12.000,00mcg; selênio – 250 mg.

³ SC – Sulfato de cobre; CQ I – Cobre quelatado I; CQ II – Cobre quelatado II;

Tabela 3. Composição percentual das rações experimentais para frangos de corte na fase de acabamento no período de 29 a 42 dias de idade

Ingredientes	Inclusão, %						
	Controle	SC, 30mg/ kg ³	SC, 120mg/ kg ³	CQ I, 30mg/ kg ³	CQ I, 120mg/ kg ³	CQ II, 30mg/ kg ³	CQ II, 120mg/ kg ³
Farelo de Milho 7,88%	63,205	63,181	63,108	63,173	63,077	63,178	63,097
Farelo de Soja 45%	27,851	27,855	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 de soja	3,239	3,248	3,273	3,259	3,317	3,254	3,298
CO ₃ Ca fino	0,342	0,342	0,342	0,348	0,366	0,342	0,342
Sulfato Cobre	-	0,012	0,048	-	-	-	-
Sal comum	0,371	0,371	0,371	0,371	0,371	0,371	0,371
Lisina HCl 78%	0,177	0,177	0,177	0,177	0,177	0,177	0,179
L – Treonina	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
Metionina – MHA 84%	0,368	0,368	0,369	0,350	0,294	0,368	0,368
Cloreto de Colina 60%	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067
Suplemento Mineral ¹	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
Suplemento Vitamínico ²	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080
Cobre quelatado I	-	-	-	0,020	0,080	-	-
Cobre quelatado II	-	-	-	-	-	0,030	0,120
<i>Composição calculada</i>							
Energia Metabolizável, kcal/kg	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
Metionina+Cistina Digestível aves %	0,840	0,840	0,840	0,840	0,840	0,840	0,840
Lisina Digestível aves %	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050
Treonina Digestível aves %	0,683	0,683	0,683	0,683	0,683	0,683	0,683
Triptofano Digestível aves %	0,201	0,201	0,201	0,201	0,201	0,201	0,200
Valina Digestível aves %	0,819	0,819	0,819	0,819	0,819	0,819	0,819
Extrato etéreo %	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
Fósforo Disponível 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

¹Enriquecimento, por kg de ração: manganês - 160.000,00 mg; ferro - 100.000,00 mg; zinco - 100.000,00 mg; cobre - 20.000,00 mg; cobalto - 2.000,00 mg; iodo - 2.000,00 mg. óleo mineral - 10 mg;

²Enriquecimento, por kg de ração: vit. A - 9.000.000,00 KU.I.; vit. D3- 2.500.000,00 KU.I.; vit. E - 20.000,00 mg; vit. B1 - 1.500,00 mg; vit. B6 - 3.000,40mg; biotina - 60 mg; vit. k3 - 2.500,00 mg; ácido fólico - 800 mg; ácido nicotínico - 25.000,00 mg; vit. B12 - 12.000,00mcg; selênio – 250 mg.

³ SC – Sulfato de cobre; CQ I – Cobre quelatado I; CQ II – Cobre quelatado II;

Os níveis de inclusão das diferentes fontes, nas dietas para a constituição dos tratamentos estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Níveis de inclusão de cobre de acordo com o tratamento

Tratamentos	Sulfato de cobre	Cobre Quelatado I	Cobre Quelatado II
1	-	-	-
2	120mg/kg	-	-
3	480mg/kg	-	-
4	-	200mg/kg	-
5	-	800mg/kg	-
6	-	-	300mg/kg
7	-	-	1200mg/kg

O desempenho das aves foi avaliado através do ganho de peso, do consumo de ração e da conversão alimentar nas fases de 1 a 14; 15 a 28; 29 a 42 dias de idade, além da taxa de viabilidade criatória e do índice de eficiência produtiva para o período total de 1 a 42 dias de idade.

O ganho de peso (GP) foi determinado por diferença entre as pesagens das aves no final de cada fase de criação.

$$GP = PMF - PMI$$

Em que:

GP – ganho de peso (g)

PMF – peso médio final (g);

PMI – peso médio inicial (g);

O consumo de ração (CR) foi obtido pela diferença entre a ração fornecida e a sobra ao final de cada fase.

CR = ração fornecida (g) – sobra de ração no período (g)

O cálculo para correção do consumo de ração, considerando a mortalidade, foi realizado com base no número de aves corrigido para a data da mortalidade, utilizando-se a média ponderada.

A conversão alimentar (CA) foi calculada em cada fase de criação de acordo com a fórmula a seguir.

$$CA = \frac{CR}{GP}$$

Em que:

CR – consumo de ração (g);

GP – ganho de peso (g)

O número de aves mortas foi registrado diariamente para determinação da porcentagem de mortalidade e, posteriormente, para o cálculo da taxa de viabilidade (100% menos a porcentagem de mortalidade). O índice de eficiência produtiva foi calculado a partir da seguinte fórmula:

$$IEP = \frac{(100 - \text{mortalidade}) \times \text{peso médio final} \times 100}{\text{idade no abate} \times \text{conversão alimentar}}$$

Em que:

IEP – Índice de Eficiência Produtiva

Para este estudo também foi calculada a viabilidade financeira dos tratamentos sobre o ganho de peso dos animais, para este cálculo foi utilizada a fórmula a seguir.

$$IR = \left(\sum_{i=1}^n Y_i \times P - \sum_{i=1}^n CONR_i \times PR_i \right) / \sum_{i=1}^n CONR_i \times PR_i$$

Em que:

IR – índice de rentabilidade;

Y_i – peso do animal no tratamento i;

P – preço por kg de carne;

CONR_i – consumo de ração no tratamento i;

PR_i – preço do kg da ração do tratamento i.

Os preços das matérias-primas da ração e do frango vivo na granja foram obtidos junto a Associação dos Avicultores do Espírito Santo, referentes ao mês de novembro de 2013.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, e na ocorrência de efeito significativo, a comparação das médias entre os tratamentos foi realizada pelo teste Duncan, ao nível de probabilidade de 5%. Utilizou-se o programa estatístico Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG – versão 9.1, 2007), desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias de temperaturas máxima e mínima, temperatura ambiente (TA) e umidade relativa (UR) do ar estão apresentadas na tabela 5.

Tabela 5. Médias de temperaturas máxima e mínima, temperatura ambiente (TA), umidade relativa do ar (UR), em função da idade das aves durante todo o período experimental

Fase (dias de idade)	Temperatura (°C)			UR (%)
	Mínima	Máxima	TA	
1 a 14	26,1	32,8	29,4	59
1 a 28	23,7	30,2	27,0	68
29 a 42	20,8	28,6	24,7	78
1 a 42	21,8	29,1	26,2	75

As médias de temperatura no interior do galpão mantiveram-se dentro da faixa de conforto térmico das aves (Cobb 500[®], 2009), exceto na fase de 29 a 42 dias de idade, o qual as aves foram submetidas a um estresse térmico por calor, quando comparamos a faixa de temperatura observada no estudo com a descrita no manual Cobb. O que segundo Ferreira (2005), não causa efeito negativo já que o consumo de ração e o ganho de peso dos animais estão dentro do previsto por Rostagno et al. (2011).

Segundo Baeta e Souza (1997), para que os animais tenham produtividade máxima, é necessário que a temperatura esteja na faixa ideal, chamada de zona de conforto térmico, quando não há gasto de energia para esquentar e nem para esfriar o corpo do animal. Com isso todos os nutrientes ingeridos pelo animal são utilizados para produção.

Visto isso, o microclima em que as aves foram criadas, não afetou negativamente no desempenho dos animais, pois as médias estavam compatíveis com as condições de conforto estabelecidos na literatura, conforme exposto acima.

Durante todo o estudo não foram observadas anormalidades no desenvolvimento de pernas nos animais. A presença de anormalidades foi escassa e aleatória, não sendo observada em um tratamento específico. No estudo realizado por Schmidt et al. (2005), também não foram encontradas anormalidades ósseas.

Os resultados das análises de desempenho dos animais, no período de 1 a 14 dias de idade, se encontram na Tabela 6.

Tabela 6. Peso inicial (PI), peso final (PF), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte no período de 1 a 14 dias de idade¹

TRATAMENTOS	PI, g	PF, g	GP, g	CR, g	CA
Dieta controle, sem adição de cobre	40	357 ^{BC}	317 ^{BC}	449	1,42 ^A
Dieta com sulfato de cobre 30mg/kg	39	353 ^C	313 ^C	444	1,42 ^A
Dieta com sulfato de cobre 120mg/kg	40	360 ^{ABC}	321 ^{ABC}	455	1,42 ^A
Dieta com cobre quelatado I 30mg/kg	40	365 ^{AB}	325 ^{AB}	446	1,37 ^{AB}
Dieta com cobre quelatado I 120mg/kg	40	367 ^{AB}	327 ^{AB}	447	1,37 ^{AB}
Dieta com cobre quelatado II 30mg/kg	40	367 ^{AB}	327 ^{AB}	437	1,34 ^B
Dieta com cobre quelatado II 120mg/kg	40	369 ^A	329 ^A	450	1,37 ^{AB}
Valor de <i>p</i>	0,7090	0,0050	0,0048	0,5381	0,0181
CV	1,866	3,246	3,603	4,787	5,152

¹Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade;

CV = coeficiente de variação; *p* – nível de significância.

De acordo com os resultados obtidos no período de 1 a 14 dias de idade constata-se que o uso do cobre quelatado II na dose de 120 mg/kg, proporcionou aumento no peso final e ganho de peso dos animais, quando comparado com os tratamentos controle e com sulfato de cobre na dose de 30 mg/kg, mas não variando com os demais tratamentos. Já para o consumo de ração, não houve diferença estatística entre os tratamentos, entretanto na conversão alimentar o tratamento com cobre quelatado II na dose de 30 mg/kg diferiu dos tratamentos controle e com sulfato de cobre nas doses de 30 e 120 mg/kg, respectivamente.

Estes resultados discordam dos encontrados por Schmidt et al. (2005), que não observaram diferença significativa para as variáveis, ganho de peso e conversão alimentar, em um estudo com a finalidade de testar níveis crescentes de cobre para frangos de corte. Já para consumo de ração, esses autores encontraram diferença significativa, enquanto que no presente estudo não houve diferença para essa variável na fase de 1 a 14 dias de idade,

estando de acordo com Moraes et al. (2001), que também não encontraram diferença significativa em relação ao consumo de ração.

Podemos observar ainda em relação a tabela 6, que para as variáveis PF, GP e CA as dietas que continham cobre quelatado em sua composição proporcionaram melhores valores de desempenho quando comparado com às dietas controle e contendo sulfato de cobre.

Na tabela 7 estão dispostos os resultados médios de peso inicial (PI), peso final (PF), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) na fase de 1 a 28 dias de idade.

Tabela 7. Peso inicial (PI), peso final (PF), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte no período de 1 a 28 dias de idade¹

Tratamentos	PI, g	PF, g	GP, g	CR, g	CA
Dieta controle, sem adição de cobre	40	1316 ^B	1276	1953	1,54
Dieta com sulfato de cobre 30mg/kg	39	1304 ^B	1264	1924	1,53
Dieta com sulfato de cobre 120mg/kg	40	1360 ^{AB}	1321	1957	1,48
Dieta com cobre quelatado I 30mg/kg	40	1312 ^B	1272	1933	1,53
Dieta com cobre quelatado I 120mg/kg	40	1388 ^A	1348	1967	1,46
Dieta com cobre quelatado II 30mg/kg	40	1320 ^B	1281	1924	1,51
Dieta com cobre quelatado II 120mg/kg	40	1302 ^B	1262	1966	1,58
Valor de p	0,7090	0,0055	0,1986	0,3142	0,2934
CV	1,866	4,839	7,499	3,194	8,280

¹Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade;

CV = coeficiente de variação; p – nível de significância.

Não houve diferença significativa para as variáveis GP, CR e CA o que nos mostra que a adição de sulfato de cobre ou cobre quelatado não influenciou no desempenho dos animais. Já para PF o tratamento com cobre quelatado I na dose de 120 mg/kg apresentou valor superior quando

comparado com os demais tratamentos, porém, não houve diferença estatística com o tratamento contendo sulfato de cobre na dose de 120 mg/kg.

Os dados desta fase estão de acordo com os apresentados por Gomes et al. (2009), que trabalharam com níveis de zinco para frangos de corte e também não encontraram diferença significativa para as variáveis GP, CR e CA. Da mesma forma, Brainer et al. (2003), utilizando a adição de cobre para frangos de corte, não encontraram diferença estatística para as mesmas variáveis. Porém, quando comparado com os dados obtidos por Sechinato (2003), há uma discordância, uma vez que este autor encontrou diferença significativa para as mesmas variáveis, quando utilizou a adição de cobre nas dietas de poedeiras.

Os dados médios de peso inicial, peso final, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar da fase de 29 a 42 dias de idade, podem ser observados na tabela 8.

Tabela 8. Peso inicial (PI), peso final (PF), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte no período de 29 a 42 dias de idade¹

Tratamentos	PI, g	PF, g	GP, g	CR, g	CA
Dieta controle, sem adição de cobre	1316	2537	1221	2406	1,97
Dieta com CuSO ₄ 30mg/kg	1304	2545	1242	2369	1,92
Dieta com CuSO ₄ 120mg/kg	1335	2565	1230	2373	1,93
Dieta com cobre quelatado I 30mg/kg	1312	2514	1202	2383	1,98
Dieta com cobre quelatado I 120mg/kg	1355	2621	1266	2425	1,92
Dieta com cobre quelatado II 30mg/kg	1320	2527	1206	2348	1,95
Dieta com cobre quelatado II 120mg/kg	1302	2535	1233	2398	1,95
Valor de p	-	0,518	0,518	0,436	0,173
CV	-	2,828	5,866	3,591	3,726

¹Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade;

CV = coeficiente de variação; p – nível de significância.

Nesta fase não houve diferença estatística em nenhuma das variáveis entre todos os tratamentos. Com isso, pode-se dizer, que nem o cobre quelatado e nem o sulfato de cobre promoveram melhora no desempenho dos animais. Estes dados estão de acordo com os encontrados por Schmidt et al.

(2005), que trabalhando com frangos de corte na fase de terminação não encontraram diferença significativa para as mesmas variáveis.

Furlan et al. (2002), realizaram um trabalho com coelhos na fase de crescimento utilizando cobre associado ou não com bacitracina de zinco, em que não obtiveram diferença estatística entre os tratamentos, para as variáveis, ganho de peso médio diário, consumo de ração médio diário, conversão alimentar, peso de carcaça e rendimento de carcaça, o que é compatível com os resultados encontrados no presente estudo.

No período total de estudo (1 a 42 dias de idade) além das variáveis: peso inicial, peso final, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar, também foram calculadas a viabilidade criatória, o índice de eficiência produtiva e o índice de rentabilidade, que podem ser vistas nas tabelas 9 e 10.

Tabela 9. 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 idade¹

Tratamentos	PI, g	PF, g	GP, g	CR, g	CA	VC, %	IEP
Dieta controle, sem adição de cobre	40	2538 ^B	2498 ^B	4359	1,75 ^A	96,54	290
Dieta com CuSO ₄ 30mg/kg	39	2546 ^B	2506 ^B	4299	1,72 ^{AB}	98,08	307
Dieta com CuSO ₄ 120mg/kg	40	2583 ^{AB}	2544 ^{AB}	4332	1,70 ^{AB}	96,15	295
Dieta com cobre quelatado I 30mg/kg	40	2514 ^B	2474 ^B	4319	1,75 ^A	93,46	276
Dieta com cobre quelatado I 120mg/kg	40	2652 ^A	2613 ^A	4394	1,68 ^B	96,54	306
Dieta com cobre quelatado II 30mg/kg	40	2527 ^B	2487 ^B	4273	1,72 ^{AB}	94,62	287
Dieta com	40	2535 ^B	2496 ^B	4364	1,75 ^A	98,08	299

cobre
quelatado II
120mg/kg

Valor de p	1,866	0,0086	0,0085	0,1611	0,0372	0,3635	0,283
CV	1,866	3,800	3,856	2,733	3,576	10,827	12,190

[†]Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade;

CV = coeficiente de variação; p – nível de significância.

Tabela 10. Preço da ração e índice de rentabilidade de frangos de corte aos 42 dias de idade

Tratamentos	Preço da ração (R\$/kg)	Índice de Rentabilidade (IR)
Dieta Controle	0,927	0,65
Dieta com CuSO4 30mg/kg	0,928	0,68
Dieta com CuSO4 120mg/kg	0,932	0,68
Dieta com cobre quelatado I 30mg/kg	0,933	0,65
Dieta com cobre quelatado I 120mg/kg	0,936	0,69
Dieta com cobre quelatado II 30mg/kg	0,927	0,68
Dieta com cobre quelatado II 120mg/kg	0,945	0,65

Não houve diferença estatística para a variável CR, bem como para VC e IEP entre os tratamentos. Já para as variáveis: PF, GP e CA houve diferença significativa, sendo que, para PF e GP o tratamento com cobre quelatado I na dose de 120 mg/kg, foi superior e diferiu dos demais tratamentos, que por sua vez, estes não diferiram entre si. Este mesmo tratamento também apresentou diferença estatística na CA, quando comparado com os tratamentos controle, cobre quelatado I na dose de 30 mg/kg e cobre quelatado II na dose de 120 mg/kg, não diferindo dos demais tratamentos.

Esses dados concordam em partes com os expostos por Gomes et al. (2009), onde utilizaram diferentes níveis de zinco para a fase total, e não encontraram diferença significativa na fase de 22 a 42 dias de idade, já nos dados apresentados por Ribeiro et al. (2008), houve diferença estatística para as variáveis: CR e CA na fase de 1 a 35 dias de idade, utilizando minerais orgânicos.

Quando analisamos o valor por quilo de ração, observamos que o tratamento contendo cobre quelatado I na dose de 120 mg/kg, teve a melhor

performance e não apresentou o menor preço, porém, este melhor desempenho apresentado no teste estatístico pode justificar o uso dessa ração mesmo obtendo um maior custo. As dietas que apresentaram o menor custo de produção foram a controle e a contendo cobre quelatado II na dose de 120 mg/kg. A diferença entre a dieta mais cara e a mais barata foi de 0,96%.

No índice de rentabilidade, o tratamento com o melhor índice foi também o contendo cobre quelatado I na dose de 120 mg/kg, que obteve os melhores resultados nas variáveis de desempenho, sendo mais um indicativo que o preço da ração pode ser um requisito menos importante ao escolhermos o melhor tratamento num conjunto de variáveis. O índice de rentabilidade teve uma variação de 5,80% do tratamento menos rentável para o mais rentável e a menor diferença foi de 1,45%.

O peso final e a conversão alimentar dos animais aos 42 dias de idade, no presente estudo podem ser considerados adequados segundo Rostagno et al. 2011. Em seu estudo, Morais et al. (2001), citaram que os índices de desempenho dos animais nos diferentes tratamentos não promoveram diferença significativa, e que uma possível causa, pode ter sido a ausência de desafio microbiano, no qual os animais que receberam adição de cobre na ração, poderiam expressar melhor seu potencial quando comparados aos animais do grupo controle.

Diante de todo o exposto acima, sabe-se que mesmo não tendo um modo de ação bem definido, como agente promotor de crescimento, já é comprovado que o cobre apresenta uma ação antimicrobiana, além de uma possível ação metabólica ou sistêmica, para a promoção do crescimento (LIMA e MIYADA, 2003).

Alguns estudiosos vêm realizando estudos, a fim de comprovar que o uso de fontes orgânicas de cobre apresentam melhor solubilidade e disponibilidade na alimentação animal, contribuindo para um melhor desenvolvimento dos animais, não elevando o custo de produção, sendo assim, melhores opções que as fontes inorgânicas (LIMA e MIYADA, 2003; GATTÁS e BARBOSA, 2004; MUNIZ et al. 2010).

CONCLUSÃO

A adição de cobre na fase de 1 a 14 dias de idade promove melhora no peso final e ganho de peso de todos os tratamentos independente da fonte e nível de cobre. Na fase de 1 a 28 dias de idade o cobre orgânico só foi eficiente no tratamento com cobre quelatado I na dose de 120 mg/kg, na variável peso final.

Na fase de 29 a 42 dias de idade o cobre não foi suficiente para promover melhoras no desempenho dos animais, não tendo diferença significativa entre os tratamentos.

O melhor tratamento na fase total de 1 a 42 dias de idade foi o que continha cobre quelatado I na dose de 120 mg/kg, e que promove melhor desempenho nos animais.

REFERÊNCIAS

BAETA, F. C. e SOUZA, C. F. Ambiência em edificações rurais: conforto animal. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997, 246p.

BRAINER, M. M. A.; MENTEN, J. F. M.; VALE, M. M.; MORAIS, S. C. D. Cupric citrate as growth promoter for broiler chickens in different rearing stages. **Scientia Agrícola**, v. 60, n. 3, p. 441 – 445, JUL/SET, 2003.

COBB - Vantress Brasil. Cobb 500 broiler performance and nutrition supplement (Português), 2009. Disponível em: <http://www.cobbvantress.com/contactus/brochures/Cobb500_BPN_PORT.pdf>. Acesso em: 09 jan. 2014.

FERREIRA, R. A. Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos. Viçosa: Aprenda fácil, 371 p., 2005.

FURLAN, A. C.; SCAPINELLO, C.; MOREIRA, I.; et al. Cobre e bacitracina de zinco como promotores de crescimento em rações para coelhos em crescimento. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 4, p. 1027-1030, 2002.

GATTÁS, G. e BARBOSA, F. F. Cobre nanutrição de aves e suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 1, nº 3, p. 117-133, Novembro/Dezembro, 2004.

GOMES, P. C.; RIGUEIRA, D. C. M.; BRUMANO, G.; et al. Níveis nutricionais de zinco para frangos de corte machos e fêmeas nas fases de crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 9, p. 1719–1725, 2009.

LIMA, I. A. V. e MIYADA, V. S. Cobre orgânico e inorgânico como promotores do crescimento de leitões recém-desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1657-1662, 2003.

MABE, I. Efeitos da suplementação dietética com quelatos de Zinco e Manganês na produção, qualidade de ovos e morfologia intestinal de galinhas poedeiras. 2001. 94f. **Tese** (Doutorado) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, São Paulo, 2001.

MAIORKA, A. e MARCARI, M. **Absorção de minerais**. In: MARCARI, M. FURLAN, R. L. GONZALES, E. *Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte*. 2. ed. Jaboticabal: Funep/Unesp. p. 167-17, 2002.

McDOWELL, L. R. *Minerals in animal and human nutrition*. New York: Academic Press, 1992.

MORAES, S. S.; NICODEMO, M. L. F.; VAZ, E. C.; et al. **Avaliação da deficiência subclínica de zinco em vacas de cria e a relação com a higidez de seus bezerros**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 7 p. (Embrapa Gado de Corte. Comunicado Técnico, 65), 2001.

MORAIS, S. C. D.; MENTEN, J. F. M.; BRAINER, M. M. A.; VALE, M. M. Altos níveis dietéticos de cobre no desempenho e no colesterol sérico e muscular de frangos de corte. **ScientiaAgricola**, v. 58, n. 1, p. 1 – 5, jan./mar., 2001.

MUNIZ, M. H. B.; BERTO, D. A.; HAUPTLI, L.; et al. Fontes orgânicas e inorgânicas de zinco e cobre como melhoradores de desempenho em leitões desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 9, p. 1999-2005, 2010.

PEDREIRA, M. S. e BERCHIELLI, T. T. Minerais. In: BERCHIELLI, T. T.; et al. Nutrição de Ruminantes. Jaboticabal: FUNEP, 583 p., 2006.

POLLI, S. R. Boletim Informativo Nutron Pet, n.4, 2002. Disponível em: <<http://www.animalworld.com.br/vet/ver.php?id=190>>. Acesso em: 15 de dezembro de 2013.

RIBEIRO, A. M. L.; VOGT, L. K.; CANAL, C. W.; LAGANA, C.; STRECK, A. F. Suplementação de vitaminas e minerais orgânicos e sua ação sobre a imunocompetência de frangos de corte submetidos a estresse e calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 4, p. 636 – 644, 2008.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, LI. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; LOPES, R. F. D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T.; EUCLIDES, R. F. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. Editor: Horacio Santiago Rostagno. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, DZO, 2011.

RUTZ, F., PAN, E. A., XAVIER, G. B. Efeito de minerais orgânicos sobre o metabolismo e desempenho de aves. **RevistaAveWorld**. In: <<http://www.aveWorld.com.br/index.php/documento/141>>, 2007. Acessado em: 18 de dezembro de 2013.

SCHMIDT, M.; GOMES, P. C.; ALBINO, L. F. T.; et al. Níveis nutricionais de cobre para frangos de corte machos e fêmeas nas fases de crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 34. n. 3. p. 890 – 899, 2005.

SCHMIDT, M.; GOMES, P. C.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; CUPERTINO, E. S. Níveis nutricionais de cobre para frangos de corte machos e fêmeas na fase inicial. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 34. n. 6. p. 1599 – 1605, 2005.

SECHINATO, A. S. Efeito da suplementação dietética com microminerais orgânicos na produção e qualidade de ovos de galinhas poedeiras. 2003. 56 f. **Tese** (Mestrado) – Faculdade de medicina veterinária e zootecnia. São Paulo.

SECHINATO A. S.; ALBUQUERQUE R.; NAKADA S. Efeito da suplementação dietética com micro minerais orgânicos na produção de galinhas poedeiras. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.* 43:159-166, 2006.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA (UFV). Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG (Versão 9.1). Viçosa/MG, 2007.