

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA**

**DESEMPENHO PRODUTIVO E QUALIDADE DE OVOS
DE GALINHAS POEDEIRAS EM SEGUNDO CICLO DE
POSTURA ALIMENTADAS COM MINERAIS
ORGÂNICOS**

**Letícia Souza Silva Carvalho
Médica Veterinária**

**UBERLÂNDIA – MINAS GERAIS - BRASIL
2012**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA**

**DESEMPENHO PRODUTIVO E QUALIDADE DE OVOS
DE GALINHAS POEDEIRAS EM SEGUNDO CICLO DE
POSTURA ALIMENTADAS COM MINERAIS
ORGÂNICOS**

Letícia Souza Silva Carvalho

Orientador: Prof. Dr. Evandro de Abreu Fernandes

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Veterinárias (Produção Animal).

UBERLÂNDIA – MINAS GERAIS - BRASIL

Julho de 2012

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C331d Carvalho, Leticia Souza Silva, 1980-
2012 Desempenho produtivo e qualidade de ovos de galinhas poedeiras em segundo ciclo de postura alimentadas com minerais orgânicos / Leticia Souza Silva Carvalho. -- 2012. 70 f.

Orientador: Evandro de Abreu Fernandes.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias.

Inclui bibliografia.

1. Veterinária - Teses. 2. Galinha - Nutrição - Teses. 3. Ovos - Qualidade - Teses. 4. Ovos - Produção - Teses. I. Fernandes, Evandro de Abreu. II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. III. Título.

CDU:

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

LETÍCIA SOUZA SILVA CARVALHO - natural de Ituiutaba – MG, nascida em 18 de novembro de 1980. Atualmente cursando Mestrado em Ciências Veterinárias, área de concentração Produção Animal, em processo de conclusão: 2010-2012. Artigos completos publicados e enviados para apreciação: a) Produção de ração com qualidade para poedeiras – Parte 1. FERNANDES, E.A.; FAGUNDES, N.S.; CARVALHO, L.S.S. Revista Avicultura Industrial, n. 1, ano 103, p. 40-46, 2012; b) Produção de ração com qualidade para poedeiras – Parte 2. FERNANDES, E.A.; FAGUNDES, N.S.; CARVALHO, L.S.S. Revista Avicultura Industrial, n. 2, ano 103, p. 44-50, 2012. c) Nutrição de poedeiras em clima quente. CARVALHO, L.S.S. Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária, n. 18, ano 9, 15f., 2012. d) Sorgo grão inteiro ou moído em substituição ao milho em rações de frango de corte. FERNANDES, E.A.; CARVALHO, L.S.S.; FAGUNDES, N.S.; LITZ, F.H. Revista Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia – Em tramitação. Fui docente do curso técnico em agropecuária da Escola Municipal Agrícola Adolfo Alves Resende. Concomitantemente, fui responsável pelo Serviço de Inspeção Municipal no Matadouro Municipal no Município de Campina Verde – MG: 2007-2008. Graduada pelo curso de Medicina Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia-MG: 2002-2007.

“Quando você quer alguma coisa todo o universo conspira para que você realize seu desejo”.

Paulo Coelho

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter permitido o aperfeiçoamento de meus conhecimentos.

A minha família que sempre apoiou e incentivou meus estudos, projetos e suas realizações.

Ao Orientador, Prof. Dr. Evandro de Abreu Fernandes, pela confiança e tempo a mim dedicado.

Ao Hugney dos Santos, técnico do Laboratório de Análise de Ração (LANRA) da Faculdade de Medicina Veterinária, pelas orientações e apoio na realização das análises laboratoriais.

À empresa Yes Sinergy que apoiou a realização do projeto.

À Granja Natu'Ovos pela doação das aves utilizadas durante o período experimental.

Às aves, principal objeto deste estudo.

E a todos que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS	5
1. REVISÃO DE LITERATURA	6
1.1 Muda Forçada	6
1.2 Qualidade de Ovos	7
1.2.1 Qualidade Interna	8
1.2.2 Qualidade da Casca	9
1.3 Importância dos Microminerais	9
1.3.1 Cobre (Cu)	9
1.3.2 Ferro (Fe)	11
1.3.3 Manganês (Mn)	12
1.3.4 Zinco (Zn)	12
1.4 Minerais Orgânicos	13
1.4.1 Biodisponibilidade	14
1.4.2 Minerais Orgânicos na Nutrição de Poedeiras	15
2. OBJETIVOS	17
REFERÊNCIAS	18
CAPÍTULO 2 – DESEMPENHO PRODUTIVO DE POEDEIRAS EM SEGUNDO CICLO DE POSTURA ALIMENTADAS COM MINERAIS ORGÂNICOS	27
RESUMO	27
ABSTRACT	27
INTRODUÇÃO	28
MATERIAL E MÉTODOS	29
a) Peso médio dos ovos	31
b) Produção semanal de ovos por ave alojada	32
c) Ovos trincados no útero (body checked)	32
d) Produção semanal de ovos trincados e quebrados	32
e) Conversão alimentar	32
f) Gravidade específica	32

RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
CONCLUSÃO	39
REFERÊNCIAS	40
CAPÍTULO 3 - QUALIDADE DE OVOS DE POEDEIRAS EM SEGUNDO CICLO DE POSTURA ALIMENTADAS COM MINERAIS ORGÂNICOS	44
RESUMO	44
ABSTRACT	44
INTRODUÇÃO	45
MATERIAL E MÉTODOS	46
a) Albúmen	49
b) Gema	49
c) Casca	50
RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
CONCLUSÃO	58
REFERÊNCIAS	59

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2 – DESEMPENHO PRODUTIVO DE POEDEIRAS EM SEGUNDO CICLO DE POSTURA ALIMENTADAS COM MINERAIS ORGÂNICOS

Tabela 1 - Níveis nutricionais da ração de postura com inclusão de minerais inorgânicos e minerais quelatados	30
Tabela 2- Composição de minerais orgânicos, formulada antes do preparo das rações	31
Tabela 3 - Níveis de inclusão de minerais inorgânicos e orgânicos nas rações experimentais	31
Tabela 4 - Médias de peso dos ovos, percentual de produção semanal, ovos trincados no útero, conversão alimentar e gravidade específica	33
Tabela 5 – Produção semanal média de ovos quebrados e trincados por coleta e tratamento	36

CAPÍTULO 3 - QUALIDADE DE OVOS DE POEDEIRAS EM SEGUNDO CICLO DE POSTURA ALIMENTADAS COM MINERAIS ORGÂNICOS

Tabela 1 - Níveis nutricionais da ração de postura com inclusão de minerais inorgânicos e minerais quelatados	47
Tabela 2- Composição de minerais orgânicos, formulada antes do preparo das rações	48
Tabela 3 - Níveis de inclusão de minerais inorgânicos e orgânicos nas rações experimentais	48
Tabela 4 – Percentual de albúmen, gema e casca de ovos de galinhas poedeiras em segundo ciclo de produção, alimentadas com dietas contendo minerais inorgânicos e diferentes níveis de inclusão de minerais orgânicos.....	51
Tabela 5 – Percentual de umidade, proteína bruta, matéria mineral e valores de pH de albúmen de ovos de poedeiras em segundo ciclo de produção alimentadas com dietas contendo minerais inorgânicos e diferentes níveis de inclusão de minerais orgânicos	52
Tabela 6 – Percentual de umidade, extrato etéreo, proteína bruta, matéria mineral e valores de pH da gema de ovos de poedeiras em segundo ciclo de	

produção alimentadas com dietas contendo minerais inorgânicos e diferentes níveis de inclusão de minerais orgânicos.....	54
Tabela 7 - Matéria mineral, cálcio, fósforo, número de poros e espessura de casca de ovos de poedeiras em segundo ciclo de produção alimentadas com dietas contendo minerais inorgânicos e diferentes níveis de inclusão de minerais orgânicos.....	55

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

No seguimento da produção de ovos de consumo há uma significativa perda dos ovos, devido a quebras ou trincas, durante a coleta dos ovos nos galpões de produção e no setor de processamento em decorrência de fatores internos, relacionados diretamente às galinhas, ou externos, que afetam a qualidade do produto, impossibilitando a comercialização para consumo ou processamento. Segundo ROLAND (1988) essas perdas que ocorrem desde a produção até o consumidor final podem chegar a 15%.

À medida que as aves vão envelhecendo há uma queda na eficiência de absorção de nutrientes pelo trato digestório, assim como também pode ocorrer um menor aproveitamento por parte do organismo do que foi absorvido. Em contrapartida o peso do ovo aumenta, sem, contudo, aumentar a deposição de cálcio nos mesmos, sendo produzidos ovos maiores e de casca fina, conseqüentemente a qualidade interna e externa do ovo diminui. Assim, a dieta das poedeiras deve ser balanceada de forma a atender as suas necessidades durante as diferentes fases de postura para haver otimização da produção e qualidade dos ovos.

Uma alternativa para incrementar a produção de ovos e obter melhor qualidade de casca é a implantação de um programa de muda forçada ao final do primeiro ciclo produtivo. Após um período de restrição alimentar, ocorrem descanso e revitalização do sistema reprodutivo das aves propiciando o retorno à postura com ovos de melhor qualidade se comparados àqueles do final do ciclo anterior.

A alimentação balanceada é fundamental para a produção e qualidade dos ovos e requer quantidades adequadas de vários nutrientes, dentre eles destacam-se os minerais traços ou microminerais. Estes são elementos essenciais para o crescimento e funcionamento do organismo animal, além de serem indispensáveis na formação da casca e componentes internos do ovo produzido. São comumente suplementados às dietas de aves em sua forma inorgânica como sais de óxidos, cloretos, carbonatos ou sulfatos. Porém, a biodisponibilidade dos sais inorgânicos pode ser prejudicada por antagonismo entre minerais e interações dos elementos

minerais entre si ou com outros compostos aos quais se associam procurando estabilizar sua molécula, formando assim quelatos insolúveis (MABE, 2003).

Para compensar a perda de minerais por antagonismo e outras interações, é comum que eles sejam adicionados à ração em níveis acima das exigências recomendadas, o que onera os custos de produção e aumenta a quantidade de resíduos eliminados através das fezes das aves.

Uma forma de melhorar a disponibilidade biológica dos microminerais é pela associação com compostos orgânicos, o que proporciona maior estabilidade a molécula, formando assim minerais orgânicos ou quelatados. Estes são a associação de elementos minerais ligados a algum carreador orgânico como aminoácidos ou polissacarídeos, que formam ligações covalentes com os grupamentos amino ou oxigênio originando uma estrutura cíclica, tornado o mineral mais disponível para o animal (VIEIRA, 2004).

Existem no mercado várias formas de quelatos metálicos para uso na alimentação animal, sendo que o nível de biodisponibilidade proporcionada está na dependência do tipo de ligante ao qual o metal está associado, portanto diferentes produtos podem oferecer níveis de disponibilidade biológica variáveis.

1. REVISÃO DE LITERATURA

1.1 Muda Forçada

Longos períodos de postura afetam as características de qualidade do ovo que juntamente com a queda na produção contribuem para a substituição do plantel. Uma alternativa a reposição das aves é a muda forçada que têm como vantagens o custo mais baixo e o rápido retorno econômico, já que um novo pico de postura é atingindo por volta de dez a doze semanas após a muda (MIYANO, 1993). De acordo com OLIVEIRA (1993), o custo de muda por ave é inferior a 60% ao de uma franga de reposição.

A muda acontece normalmente na natureza, está associada à reprodução e ocorre anualmente de forma cíclica. Neste período, as aves passam por mudanças no comportamento de ingestão de alimentos (BASTOS et al., 2008), podendo durar

em média quatro meses. O processo se caracteriza por redução ou interrupção da postura, perda de peso, troca de penas, incremento da taxa metabólica, osteoporose, aumento da síntese de algumas proteínas, perda de gordura, supressão do sistema imune e restauração do aparelho reprodutivo (KUENZEL, 2003).

A muda forçada é um manejo adotado no seguimento industrial que visa mimetizar o processo que acontece na natureza fazendo com que a ave inicie um outro ciclo de produção e alcance novo pico de postura em tempo menor do que aconteceria naturalmente. Este manejo tem como objetivo prolongar a vida produtiva das aves, induzindo-as a um segundo ou mais ciclos de postura, promovendo um incremento na produção e melhoria de qualidade dos ovos em relação ao final do primeiro ciclo produtivo (LEE, 1982).

O método convencional para a indução de muda forçada em poedeiras é baseado na restrição alimentar por um período de dez a doze dias, sendo a produção de ovos interrompida completamente por volta do quinto dia de jejum (SILVA & SANTOS, 2000). O jejum prolongado provoca estresse severo levando a perda média de 30% do peso corporal (BERRY & BRAKE, 1985; BERTECHINI & GERALDO, 2005).

Métodos alternativos podem ser utilizados em substituição a muda convencional. É possível induzir a muda por meio da utilização de drogas anovulatórias (LLOBET et al., 1989), modificação da concentração dietética pela manipulação de íons que influenciam a produção de ovos (ARAÚJO et al., 2007) e manejos que levem a situação de estresse como redução do foto período, retirada da ração por período menor que dez dias e jejum hídrico (NORTH & BELL, 1990).

1.2 Qualidade de Ovos

A avicultura de postura possui reais vantagens sobre outros setores produtivos, além de apresentar estabilidade no mercado nacional. O ovo é considerado um alimento natural de baixo custo e nutricionalmente completo com quantidade equilibrada de vários nutrientes como proteínas, gorduras, vitaminas e minerais.

O ovo possui a gema, albúmen e casca como seus componentes principais, os quais podem apresentar variações de proporção em função da linhagem e idade das poedeiras (AKBAR et al., 1983).

O conceito de qualidade apresenta diferentes enfoques para consumidores e produtores. Para os produtores a qualidade da produção se relaciona com peso do ovo, resistência da casca e ausência de defeitos e sujidades. Para consumidores o prazo de validade do produto, características sensoriais e composição nutricional são mais valorizadas (FRANCO & SAKOMOTO, 2005).

A qualidade da casca pode influenciar o desempenho econômico da atividade. Ela é a embalagem natural do ovo e por isso deve ter resistência suficiente para resistir à postura, colheita, classificação e transporte, chegando ao consumidor final sem avarias físicas que comprometam a qualidade do conteúdo (KUSSAKAWA et al., 1998).

Fatores como genética, manejo, alimentação, idade e ambiente são capazes de influenciar a qualidade dos ovos. Neste sentido a nutrição adequada da poedeira e a inclusão racional de minerais envolvidos na formação da casca destacam-se como um dos fatores essenciais para a manutenção de sua integridade.

1.2.1 Qualidade Interna

O ovo de boa qualidade deve ser livre de manchas de sangue e carne, e, pigmentações não características em seu interior. A cor, forma da gema e a resistência da membrana que a rodeia são componentes que permitem avaliar sua qualidade (KIRUNDA & MCKEE, 2000).

Existem vários métodos para a determinação da qualidade interna dos ovos sendo que os principais são unidades Haugh, índice de gema, potencial hidrogeniônico (pH), além da avaliação da proporção dos principais nutrientes do ovo como percentual de proteína, extrato etéreo, matéria mineral e umidade.

1.2.2 Qualidade da Casca

Existem vários métodos para a mensuração da qualidade da casca. Os métodos diretos de avaliação da qualidade requerem a quebra do ovo e incluem a medida da espessura da casca, percentagem de casca em relação ao peso do ovo, peso da casca por unidade de superfície da área (BAIÃO & CANÇADO, 1997) e resistência à quebra. A gravidade específica é um método indireto de se avaliar a casca e guarda relação direta com a espessura e a percentagem de casca em relação ao peso do ovo (HAMMERLE, 1969). A ovoscopia permite verificar a integridade da casca (BARBOSA FILHO, 2004), pois revela sulcos de menor densidade da casca como se estivessem trincados por dentro e que não são observados a olho nu, sendo consideradas regiões frágeis e de fácil ruptura (JULL, 1938). Por não requerer a quebra do ovo os métodos indiretos são práticos e de fácil execução.

1.3 Importância dos Microminerais

Os minerais são nutrientes essenciais ao organismo humano e animal. Estão envolvidos em vários processos metabólicos e muitas de suas funções ainda não foram totalmente esclarecidas. Os minerais são classificados como macro e microminerais. São considerados macrominerais quando encontrados em grande quantidade no organismo e na maioria das vezes possuem funções estruturais. Os microminerais ou minerais traços são assim denominados por apresentarem baixas concentrações nos tecidos e por estarem envolvidos em uma gama de funções que geralmente envolvem a catálise de sistemas enzimáticos (VIEIRA, 2008).

1.3.1 Cobre (Cu)

O cobre é micro mineral essencial por ser cofator de vários sistemas enzimáticos. É componente de proteínas do sangue, estando relacionado ao metabolismo e absorção do ferro, metabolismo do oxigênio, síntese de elastina e

colágeno, formação dos ossos (UAUY et al., 1998), bem como, desenvolvimento e coloração das penas (SCHEIDELER, 2008).

O cobre está intimamente associado ao metabolismo do ferro por ser parte integrante da ceruloplasmina. Esta enzima composta por seis átomos de cobre, possui ação ferroxidase, responsável pela mobilização de ferro dos tecidos para o plasma por meio de oxidação e incorporação do mesmo a transferrina plasmática, afetando assim a formação de glóbulos vermelhos. O cobre também faz parte da lisil oxidase, enzima integrante do processo de formação de elastina e colágeno nas aves (SCHEIDELER, 2008).

A citocromo oxidase é uma metaloenzima cobre dependente essencial na transferência de elétrons para o oxigênio, reduzindo-o a água, etapa essencial na respiração celular (LEHNINGHER et al., 1995). O cobre se relaciona ainda ao sistema imune por meio da enzima superóxido desmutase que tem importante função na formação de fagócitos em sistemas microbianos (MACDOWELL, 1992).

A deficiência de cobre pode causar alterações ósseas, lesões cardiovasculares, (SCHEIDELER, 2008), anemia, desordens nervosas, falhas reprodutivas como morte e reabsorção embrionária. Os fetos de animais com carência deste mineral são em geral anêmicos, apresentam retardo no crescimento e alta incidência de hemorragia em decorrência de defeitos nas hemácias e na formação do tecido conjuntivo durante o desenvolvimento embrionário (MACDOWELL, 1992).

O papel do cobre na formação da casca ainda não foi totalmente esclarecido, mas sabe-se que o istmo, porção final do oviduto, onde a casca do ovo é formada, apresenta grande concentração deste íon (VICENZI, 1996). BAUMGARTNER et al. (1978) sugeriram que a deficiência de cobre em galinhas resultou em severo prejuízo na formação da casca dos ovos, que se caracterizou por uma distribuição anormal das fibras na casca por alterações em ligações cruzadas de derivados de lisina, resultando em deformação do ovo e propriedades mecânicas anormais. Eles também observaram uma diminuição na produção e alta incidência de ovos de casca fina e mal formados.

O aumento da suplementação de cobre trás como benefícios a redução dos níveis de colesterol, no plasma sanguíneo, no músculo do peito (PESTI & BAKALLI,

1996), bem como dos níveis presentes na gema do ovo (PESTI & BAKALLI, 1998). No entanto, altos níveis de ingestão de cobre por parte das aves aumenta sua concentração nas fezes o que inibe a fermentação normal das excretas provocando um acúmulo deste mineral no solo tornando-se uma preocupação ambiental. A utilização de minerais traços na forma de quelatos pode ser uma alternativa para resolver esses problemas (LIM & PAIK, 2006).

1.3.2 Ferro (Fe)

O ferro é um micro mineral de grande importância por integrar uma variedade de proteínas e enzimas, sendo desta forma essencial a vários processos fisiológicos e bioquímicos do organismo. O ferro é constituinte da hemoglobina das células vermelhas do sangue, mioglobina nos músculos (SCOTT et al., 1982), transferrina no plasma, ferritina e hemossiderina no fígado, está ligado a atividades de oxidação e redução e ao transporte de elétrons, (DUCSAY et al., 1984) além de participar da regulação do crescimento e diferenciação celular (ANDREWS, 1999).

Apesar de essencial a tantos processos biológicos este elemento não está totalmente disponível na maioria dos ingredientes que compõe as rações animais, razão pela qual a suplementação de ferro tem sido amplamente usada na formulação da dieta de poedeiras. CAO et al. (1996) relataram a necessidade de suplementar as galinhas poedeiras com maior percentual de ferro que as demais aves de produção, uma vez que cada ovo possui cerca de 1,5 mg deste mineral em sua composição, quantidade esta, que representa cerca de 25% das reservas disponíveis no fígado. Pelo seu conteúdo em ferro, o ovo é considerado fonte deste elemento para nutrição humana (SCOTT et al., 1982).

BERTECHINE et al. (2000) suplementaram poedeiras de segundo ciclo com ferro e observaram que não houve influencia sobre o desempenho e a qualidade dos ovos, mas o aumento do mineral na dieta resultou em maior deposição deste micro mineral na gema de ovos.

1.3.3 Manganês (Mn)

O manganês está envolvido no funcionamento do sistema reprodutivo de machos e fêmeas (UNDERWOOD, 1981). Segundo SWIATKIEWICZ & KORELESKI (2008), manganês e zinco são cofatores de metaloenzimas responsáveis pela síntese de mucopolissacarídeo e carbonato, e dessa forma, desempenham importante papel na formação e qualidade das cascas dos ovos. O manganês funciona como ativador da fosfatase alcalina e glicosil transferase, enzimas envolvidas na síntese de mucopolissacarídeos e glicoproteínas, importantes na formação adequada do tecido ósseo e casca de ovo (SISKE et al., 2000). Ele ainda está presente na enzima peróxido desmutase responsável pela proteção de mitocôndrias contra os processos oxidativos (POPHAL & SUIDA, 2006).

De acordo com LEESON & SUMMERS (2001), a disponibilidade do manganês nos alimentos e sua absorção intestinal são baixas. Poedeiras com deficiência deste mineral apresentam maior incidência de ovos sem casca ou de casca mole (SCOTT et al., 1982), forma arredondada com regiões translúcidas próximas ao centro, diminuição da densidade e resistência da casca, associada a uma queda na produção (LEESON & SUMMERS, 2001). FASSANI et al. (2000) suplementaram poedeiras após muda forçada com manganês e obtiveram melhora na espessura da casca e gravidade específica dos ovos.

1.3.4 Zinco (Zn)

O zinco é essencial ao metabolismo de carboidratos, gordura e proteínas e se relaciona à atividade de cerca de 300 enzimas. É importante na divisão celular, síntese de ácido desoxirribonucléico (DNA) e proteínas, se associa ainda as funções do sistema imune, produção de prostaglandina e mineralização óssea (CHENG et al., 1998).

O zinco é um cofator da enzima anidrase carbônica, que tem importante papel na suplementação de íons de carbono durante a formação da casca do ovo. A inibição desta enzima resulta em baixos níveis de secreção de íons bicarbonato e consequentemente redução no peso da casca do ovo (NYS et al., 1999).

A deficiência do zinco foi sugerida por LEESON & SUMMERS (2001) como responsável pela redução da produção de ovos em galinhas poedeiras. LUNDEEN (2001) obteve melhora na qualidade da casca de ovos de poedeiras suplementadas com manganês e zinco quelatados em comparação com aves suplementadas com a forma inorgânica.

1.4 Minerais Orgânicos

Segundo VIERA (2004), microminerais orgânicos são íons metálicos quimicamente ligados a substâncias orgânicas, que podem ser aminoácidos, pequenos peptídeos, polissacarídeos complexos ou ácidos orgânicos, conferindo ao metal maior disponibilidade biológica, estabilidade e solubilidade.

Os ligantes ou carreadores normalmente ligam-se aos metais através de ligações covalentes aos grupamentos amino ou oxigênio formando uma estrutura cíclica (LEESON & SUMMERS, 2001). Eles diferem entre si quanto ao número de ligações que formam com o metal e são responsáveis por conferir estabilidade ao mineral. Portanto diferentes substâncias orgânicas podem não apresentar o mesmo nível de biodisponibilidade (POPHAL & SUIDA, 2006).

Para que os microminerais orgânicos apresentem vantagens sobre os inorgânicos, estes devem resistir às variações de pH do trato digestivo, permanecendo ligados a substância orgânica, sem interagir com outros compostos até que sejam absorvidos pelo intestino (POPHAL & SUIDA, 2006). Segundo CLOSE (1998), os minerais quelatados se utilizam de vias de captação de peptídeos ou aminoácidos, e não de vias normais de absorção de íons no intestino, fato que evita a competição de diferentes minerais pelo mesmo transportador. Além disso, os orgânicos são mais prontamente transportados e sua absorção é também maior.

Fatores como nível de consumo do mineral, forma química, digestibilidade da dieta, tamanho da partícula, interações com nutrientes e outros minerais, agentes quelantes, inibidores, estado fisiológico do animal, qualidade da água de bebida, condições de processamento da dieta, idade e espécie animal, podem influenciar na biodisponibilidade dos minerais (MILES & HENRY, 2000).

Apesar de não haver um consenso sobre o tipo de ligante ideal para se produzir o mineral orgânico, POWER (2006) considera que aminoácidos e pequenos peptídeos estão entre os melhores, por oferecerem maior proteção aos metais no trato digestivo.

De acordo com REDDY et al. (1992), as fontes orgânicas de minerais apresentam vantagens em relação às inorgânicas, trazendo benefícios como maior taxa de crescimento, maior ganho de peso e qualidade de carne, maior produção e qualidade de ovos, redução de mortalidade e menor efeito do estresse.

RICHARD et al. (2010) em levantamento sobre minerais traços para aves e suínos observaram que várias pesquisas investigaram a biodisponibilidade dos microminerais e demonstraram que alguns minerais orgânicos podem ser mais eficazes em satisfazer os requerimentos minerais de animais de produção. Devido maior disponibilidade biológica da fonte orgânica de minerais as exigências nutricionais podem ser atendidas com um menor nível de inclusão da dieta, reduzindo assim sua excreção no meio ambiente.

1.4.1 Biodisponibilidade

Biodisponibilidade é a porção do alimento ingerido que é efetivamente absorvido, ficando desta forma, disponível para ser utilizado pelo metabolismo animal (AMMERMAN et al., 1995).

Fatores como nível de consumo do mineral, forma química, digestibilidade da dieta, tamanho da partícula, interações com nutrientes e outros minerais, agentes quelantes, inibidores, estado fisiológico do animal, qualidade da água de bebida, condições de processamento da dieta, idade e espécie animal, podem influenciar na biodisponibilidade dos minerais (MILES & HENRY, 2000).

A maior disponibilidade biológica dos minerais de fonte orgânica proporciona maior vida útil às aves, por exercerem funções essenciais como formação de tecido conjuntivo, manutenção do equilíbrio a nível celular e participação em reações bioquímicas através da ativação de complexos enzimáticos (BOIAGO et al., 2007). De acordo com KIEFER et al. (2005), a biodisponibilidade dos minerais quelatados pode ser superior a 90% porque a quelação do mineral com fonte orgânica promove

proteção contra reações indesejáveis entre os minerais e outros compostos dentro do trato gastrointestinal proporcionando desta forma maior absorção e estocagem dos minerais traços.

SUN et al. (2012) comprovaram a maior biodisponibilidade dos minerais quelatados uma vez que houve aumento da espessura da casca de ovos, maior retenção mineral e atividade enzimática mais intensa, em poedeiras que consumiram microminerais orgânicos em comparação com a fonte inorgânica. BORUTA et al. (2007) relataram que as poedeiras conseguiram manter seu desempenho zootécnico mesmo quando o nível de inclusão dos microminerais quelatados foi realizada numa proporção doze vezes menor que o praticado comercialmente. A excreção mineral também foi menor o que permitiu a conclusão de que os microminerais de fonte orgânica são mais seguros tanto para a saúde animal, quanto para o meio ambiente.

1.4.2 Minerais Orgânicos na Nutrição de Poedeiras

Alguns componentes da dieta são de grande importância quando se compara minerais quelatados com fontes inorgânicas de minerais. Um exemplo é a utilização de zinco-metionina em dietas a base de milho e farelo de soja em comparação com dietas com nível de fitato reduzido. A primeira apresenta em média biodisponibilidade de 207%, enquanto a segunda apenas 117% (WEDEKIND et al., 1992). Desta forma, a vantagem dos quelatados tende a ser mais facilmente observada em dietas com proporção de fitato elevada em comparação àquelas com inclusão de subprodutos de origem animal (VIEIRA, 2008).

Os minerais quelatados têm sido objeto de várias pesquisas nos últimos anos. Os resultados indicam uma clara tendência desses produtos para melhor aproveitamento e maior biodisponibilidade (VIEIRA, 2008). Segundo FERNANDES et al., (2008), à medida que os complexos metálicos são melhores absorvidos e, portanto retidos no organismo das aves, podem melhorar a produção de ovos e diminuir mortalidade e estresse, além de reduzir a excreção de minerais, e consequentemente à contaminação ambiental.

Em pesquisa realizada com poedeiras, HUDSON et al. (2004) observaram melhorias na qualidade de casca de ovos em aves que tiveram zinco quelatado incluído na dieta. Resultado semelhante ao de XAVIER et al. (2004) que obtiveram melhora na qualidade dos ovos quando incluíram manganês, selênio e zinco orgânico na alimentação das poedeiras, e concluíram que a inclusão desses minerais no segundo ciclo de postura foi benéfica.

Segundo SWIATKIEWICZ E KORELESKI (2008), a substituição zinco e manganês inorgânicos por fonte orgânica não mostrou influência sobre o desempenho zootécnico, mas o efeito negativo da idade das aves sobre a fragilidade da casca foi atenuado.

AGUIAR et al. (2009) avaliaram os parâmetros de desempenho de poedeiras comerciais suplementadas com diferentes microminerais, e concluíram que os elementos zinco, cobre e manganês associados na sua forma orgânica proporcionaram maiores pesos e menores perdas de ovos em aves no final do período de postura e o mineral cobre suplementado isoladamente também diminuiu a perda de ovos por quebras, trincas e ausência de casca.

Em pesquisa feita por SALDANHA et al. (2009) que comparou desempenho de poedeiras semi pesadas com diferentes níveis de inclusão de minerais orgânicos na dieta, o nível de inclusão de 70% mineral orgânico não provocou mudanças na qualidade do ovo, nível de proteína da gema e composição mineral, quando comparado com a fonte inorgânica considerada como 100%.

MACIEL et al. (2010) avaliaram o desempenho e a qualidade externa de ovos de poedeiras comerciais suplementadas com 50% dos minerais zinco, manganês e cobre na forma orgânica, e concluíram que as aves apresentaram melhores resultados entre os tratamentos testados, maior peso do ovo, gravidade específica e menor porcentagem de perda de ovos.

Comparando a deposição de ferro na gema de ovos, PAIK (2001) observou o incremento deste mineral nos ovos para o tratamento que recebeu complexo ferro-metionina em relação às aves que receberam ferro na forma inorgânica. O mesmo autor avaliou ainda, a suplementação de galinhas poedeiras com fonte orgânica de zinco, cobre e manganês e verificou aumento da gravidade específica e

porcentagem de casca, e a associação entre zinco e manganês melhorou a resistência da casca.

2. OBJETIVOS

Objetivou-se com esta pesquisa avaliar o efeito dos minerais cobre, ferro, manganês e zinco quelatados em forma orgânica adicionados às dietas em diferentes níveis de inclusão, sobre a produção e qualidade de ovos de galinhas poedeiras em segundo ciclo de postura.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, E.F.; SILVA DE OLIVEIRE, T.; MEIRA, C.T.; de OLIVEIRA CASTRO, J.; dos SANTOS, G.C.; PINTO, G.V.D.; MOREIRA, J. Diferentes microminerais suplementados em dietas para poedeiras comerciais e o efeito sobre os parâmetros de desempenho. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 13.; ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 9.; ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA JÚNIOR, 3., 2009, Diamantina **Anais...** Diamantina, 2009. Disponível em: <http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2009/anais/arquivos/1003_0793_01.pdf> acesso em: 12 maio 2010.

AKBAR, M.K.; GAVORA, J.S.; FRIARS, G.W.; GOWE, R.S. Composition of eggs by commercial size categories: effects of genetic group, age, and diet. **Poultry Science**, Champaign, v. 62, n. 6, p. 925-933, June 1983.

AMMERMAN, C. B.; BAKER, D. H.; LEWIS, A. J. **Bioavailability of nutrients for animals: Amino acids, minerals, and vitamins**. San Diego: Academic Press, 1995, 441 p.

ANDREWS, N.C. Disorders of iron metabolism. **The New England Journal of Medicine**, Massachussets, v. 341, n. 26, p. 1986-1995, Dec. 1999.

ARAÚJO, J.A.; SILVA, H.V; AMÂNCIO, A.L.L.; LIMA, C.B.; OLIVEIRA, E.R.A. Fontes de minerais para poedeiras. **Acta Veterinaria Brasilica**, Mossoró, v.2, n.3, p.53-60, 2008.

ARAÚJO, C.S.S.; ARTONI, S.M.B.; ARAÚJO, L.F.; JUNQUEIRA, O.M.; BARBOSA, L.C.G.S.; LIMA, C.G. Morfometria do oviduto de poedeiras comerciais submetidas a diferentes métodos de muda forçada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 1, p. 241-246, jan./fev. 2007.

BAIÃO, N.C.; CANÇADO, S.V. **Fatores que afetam a qualidade da casca do ovo.** Caderno Técnico da Escola de Veterinária, Belo Horizonte, n.21, p.43- 59, 1997.

BARBOSA FILHO, J.A.D. **Avaliação do bem estar de aves poedeiras em diferentes sistemas de produção e condições ambientais, utilizando análise de imagens.** 2004. 140f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

BATOS, T.P.; PACHECO, A.P.S.; SOUZA, J.S.; FLORINDO, P.L.; FONSECA, L.E.C.; GARCIA, J.F.; LOUZADA, M.J.Q. Alterações metabólicas em poedeiras submetidas a muda forçada. **Veterinária e Zootecnia**, Botucatu, v. 15, n.2, supl. 1, p. 114, 2008.

BAUMGARTNER, S.D.J.; BROWN, E.; SALEVSKY, JR., LEACH, R.M. Copper deficiency in the laying hen. **Journal Nutrition Department of Poultry Science**, Pennsylvania, v. 108, p. 804-811. 1978.

BERRY, W. D.; BRAKE, J. Comparision of parameters associated with molt induced by fasting, zinc and low dietary sodium in caged layers. **Poultry Science**, Champaign, v. 64, n.1, p. 20-27, Jan.1985.

BERTECHINI, A. G.; GERALDO, A. Conceitos modernos em muda forçada de poedeiras comerciais. In: SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA E II SIMPÓSIO GOIANO DE SUINOCULTURA DO CENTRO-OESTE, 7., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: AVESUI, 2005, v. 1. p. 72-84.

BERTECHINI, A.G.; FASSANI, E.J.; FIALHO, E.T.; SPADONI, J.A. Suplementação de ferro para poedeiras comerciais de segundo ciclo de produção. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v.2, n.3, p. 267-272, set. 2000.

BOIAGO, M.M.; SOUZA, H.B.A.; SCATOLINI, A.M., et al. Características qualitativas da carne de peito de frangos de corte alimentados com diferentes fontes e

concentrações de selênio. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 44., 2007, Jaboticabal. **Anais...**, Jaboticabal, 2007.

BORUTA, A.; SWIERCZEWSKA, E.; GLEBOCKA, K.; NOLLET, L. Trace organic minerals as replacement of inorganic sources for layer: effects on productivity and mineral excretion. World Poultry Science Association, **European Symposium on Poultry Nutrition, 16 th** , Aug. 2007, Strasbourg. **Proceedings...** p. 491-494, 2007.

CAO, J.; LUO, G.X.; HENRY, P.R.; AMMERMAN, C.B.; LITTELL, R.C.; MILES, R.D.. Effect of dietary iron concentration, age and length of iron feeding on feed intake and tissue iron concentration of broiler chicks for use as a bioassay supplemental iron sources. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, n. 4, p. 495-504, Apr. 1996.

CHENG, J.; KORNEGAY, E.T.; SCHELL, T. Influence of dietary lysine on the utilization of zinc from zinc sulfate and a zinclysine complex by young pigs. **Journal of Animal Science**, Virginia, v.76, p.1064-1074, Apr. 1998.

CLOSE, W. H. The role of trace mineral proteinates in pig nutrition. In: ALTECH'S ANNUAL SYMPOISUM, 14., 1998, Nottingham. Biotechnology in the food industry: **Proceedings...** Nottingham: Nottingham University , 1998. p.376-469.

DUCSAY, C.A.; BUHI, W.C.; BAZER, F.W.; ROBERTS , R.M.; COMBS, C.E.. Role of uteroferrin in placental iron transport: effect of maternal iron treatment on fetal iron and uteroferrin content and neonatal hemoglobin. **Journal of Animal Science**, Virginia, v. 59, n. 5, p. 1303-1308, Nov. 1984.

FASSANI, E. J.; BERTECHINI, A. G.; LEMOS DE OLIVEIRA, B.; GONÇALVES; T. M.; FIALHO, E. T. Manganês na nutrição de poedeiras no segundo ciclo de produção. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.24, n.2, p.468-478, 2000.

FERNANDES, J.I.M.; MURAKAMI, A.E.; SAKAMOTO, M.I.; SOUZA, L.M.G.; MALAGUIDO, A.; MARTINS, E.N. Effects of organic mineral dietary supplementation

on production performance and egg quality of white layers. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Campinas, v. 10, n. 1, p. 59-65, Jan. 2008.

FRANCO, J.R.G.; SAKAMOTO, M.I. Qualidade dos ovos: uma visão geral dos fatores que a influenciam. **Revista AveWorld**, v. 3, n. 16, p. 22-27, jun./jul. 2005.

HAMMERLE, JR. An engineering appraisal of egg shell strength evaluation techniques. **Poultry Science**, Champaign, v. 48, p. 31-41, Jan. 1969.

HUDSON, B.P.; DOZIER, W.A.; WILSON, J.L.; SANDER, J.E.; WARD, T.L. Reproductive performance and immune status of caged broiler breeder hens provided diets supplemented with either inorganic or organic sources of zinc from hatching to 65 wk of age. **Journal of Applied Poultry Research**, Georgia, v. 13, n. 2, p. 349-359, Jan. 2004.

JULL, M. A. **Poultry Husbandry**, 2 ed., New York: McGraw-Hill Book Company, 1938, 548 p.

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

KIRUNDA, D.F.K.; MCKEE, S.R. Relating quality characteristics of aged eggs and fresh eggs, to vitelline membrane strength as determined by a texture analyzer. **Poultry Science**, Champaign, v. 79, n. 8, p. 1189-1193, Aug. 2000.

KUENZEL , W.J. Neurobiology of molt in avian species. **Poultry Science** Champaign, v. 82, n. 6, p. 981-991, Jun. 2003.

KUSSAKAWA, K.C.K.; MURAKAMI, A.E.; FURLAN, A.C. Combinações de fontes de cálcio em rações de poedeiras na fase final de produção e após muda forçada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 27, n.3, p. 572-578, 1998.

LEE, K. Effects of forced molt period on posmolt performance of leghorn hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 61, n.8, p. 1594 –1598, 1982.

LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. Carboidratos In: LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. **Princípios de bioquímica**. 2.ed. São Paulo: Sarvier, 1995. p.222-241.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Nutrition of the chicken**. 4 ed. Guelph, Ontario: University Books, 2001, 591 p.

LIM, H.S.; PAIK, I.K. Effects of dietary supplementation of copper chelates in the form of methionine, chitosan and yeast in laying hens. **Asian Australasian Journal of Animal Science**, Kyonggi-Do, v. 19, n. 8, p. 1174-1178, Aug. 2006.

LLOBET, C. J. A.; PONTES, M.; FRANCO GONZALEZ, F. **Produccion de huevos**. Barcelona: Real Escuela de Avicultura, 1989. 367 p.

LUDEEN, T. Mineral proteinates may have positive effect on shell quality. **Feedstuffs**, Mineapolis, v. 73, p. 10-15, 2001.

MABE, I.C.; RAPP, M.; BAIN, M.; NYS, Y. Supplementation of a corn-soybean meal diet with manganese, copper, and zinc from organic or inorganic sources improves eggshell quality in aged laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, n. 12, p. 1903-1913, Dec. 2003.

McDOWELL, L.R. **Minerals in animal and human nutrition**. San Diego: Academic, 1992. 524 p.

MACIEL, M.P.; SARAIVA, E.P.; de FÁTIMA ÁGUIAR, E.; RIBEIRO, P.A.P.; PASSOS, D.P.; SILVA, J.B. Effect of using organic microminerals on performance and external quality of eggs of commercial laying hens at the end of laying. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 2, p. 344- 348, 2010.

MILES, R.D.; HENRY, P.R. Relative trace mineral bioavailability. **Cienc Anim. Bras.**, Goiânia, v. 1, n.1, p.73-93, 2000.

MIYANO, O.A. Viabilidade econômica da muda forçada. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIENCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Santos, 1993. **Anais...** Campinas: FACTA, 1993, p. 159-166.

NYS, Y.; HINCKE, M. T.; ARIAS, J. L.; GARCIA-RUIZ, J. M.; SOLOMON, S. E. Avian eggshell mineralization. **Poultry and Avian Biology**, London, v. 10, p. 143-166, 1999.

NORTH, M.O.; BELL, D.D. **Commercial chicken production manual**. 4.ed. New York: Chapman and Hall, 1990. p.433-452.

OLIVEIRA, B.L. Alimentação de poedeiras leves após muda forçada. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE AVES, 1993, Campinas. **Anais...** Campinas, 1993, p. 46-50.

PAIK, I.K. Management of excretion phosphorus, nitrogen and pharmacological level minerals to reduce environmental pollution from animal production. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, St. Charles, v. 14, n. 3, p. 384-394, 2001.

PESTI, G.; BAKALLI, R.I. Studies on the effect of feeding cupric sulfate pentahydrate to laying hens on cholesterol content. **Poultry Science**, Champaign, v. 77, n.10, p. 1540-1545, Oct. 1998.

PESTI, G.; BAKALLI, R.I. Studies on the feeding of cupric sulfate pentahydrate and cupric citrate to broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, n. 9, p. 1086-1091, Sept. 1996.

POPHAL, S.; SUIDA, D. Microminerais orgânicos: benefícios da suplementação para aves de postura. **AveWord**, Campinas, ano 4, n. 23, p. 26-30, 2006.

POWER, R. **Organic mineral absorption: molecular mimicry or modified mobility?** In: Recent Advances in Pet Nutrition. Nottingham University Press. Ed. by Laue, D. K. and L. A. Tucker. Nottingham, 2006, p. 228-235.

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

RICHARDS, J.D.; ZHAO, J.; HARRELL, R.J.; ATWELL, C.A.; DIBNER, J.J. Trace mineral nutrition in poultry and swine. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, St. Charles, v.23, n.11, p. 1527-1534, 2010.

ROLAND, D.A. Eggshell problems: Estimates of incidence and economic impact. **Poultry Science**, Champaign, v. 67, n. 12, p. 1801-1803, Dec. 1988.

RUTZ, F.; PAN, E. A.; Efeito de minerais orgânicos sobre o metabolismo e desempenho de aves. **AveWord**, Campinas. Disponível em: <http://www.aveworld.com.br/index.php?documento=141> Acesso em: 12/05/2010.

SALDANHA, E.S.P.B. ; GARCIA, E.A.; PIZZOLANTE, C.C.; FAITTARONE, .B.G.; SECHINATO, A.; MOLINO, A.B.; LAGANÁ, C. Effect of organic mineral supplementation on the egg quality of semi-heavy layers in their second cycle of lay. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v.11, n.4, 241-247, 2009.

SCHEIDELER, S.E. Trace minerals balance in poultry. World's Poultry Journal, Proceedings of the "Midwest Poultry Federation Convention", Minnesota, U.S.A., 2008. Disponível em: <<http://www.zootecnicainternational.com/article-archive/nutrition/284-trace-mineral-balance-in-poultry.html>>, Acesso em: 18/02/2012.

SCOTT, M. L.; NESHEIN, M. C.; YOUNG, R. J. **Nutrition of the chicken**. 3ed. New York. 1982, p. 562.

SILVA J.H.V.; SANTOS, V. Efeito do carbonato de cálcio na qualidade da casca dos ovos durante a muda forçada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 5, p.1440-1445, Sept./Oct. 2000.

SISKE, V.; ZEMAN, L.; KLECKER, D. The egg shell: a case study in improving quality by altering mineral metabolism – naturally. In: Biotechnology in the feed industry. Alltech's Annual Symposium, 16 th., **Proceedings...**, Nottingham: Nottingham University Press; 2000. p.327.

SUN, Q.; GUO, Y.; LI, J.; ZHANG, T.; WEN, J. Effects of methionine hydroxy analog chelated cu/mn/zn on laying performance, egg quality, enzyme activity and mineral retention of laying hens. **Journal of Poultry Science**, Beijing, v. 49, p. 20-25, 2012.

SWIATKIEWICZ, S.; KORELESKI, J. The effect of zinc and manganese source in the diet for laying hens on eggshell and bones quality. **Veterinarni Medicina**, Balice, v. 53, n. 10, p. 555-563, 2008.

UAUY, R.; OLIVARES, M.; GONZALEZ, M. Essentiality of copper in humans. **American Journal of Clinical Nutrition**, Santiago, v. 67, suppl. 5, p. 952-959, 1998.

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

WEDEKIND, K.J.; HORTIN, A.E.; BAKER, D.H. Methodology for assessing zinc bioavailability: efficacy estimates for zinc-methionine, zinc sulfate, and zinc oxide. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, p. 178-187, 1992.

VICENZI, E. Fadiga de gaiola e qualidade da casca do ovo: aspectos nutricionais. In: SIMPÓSIO TÉCNICO DE PRODUÇÃO DE OVOS, 6, 1996, São Paulo. **Anais...** São

Paulo: APA, 1996. p. 77-91.

VIEIRA, S.L. Chelated minerals for poultry. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Campinas, v. 10, n.2, p. 73-79, Apr./June 2008.

VIEIRA, S.L. Minerais quelatados na nutrição animal. SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS; 2004; Campinas, **Anais...** São Paulo: 2004, p.51-70.

XAVIER, G.B.; RUTZ, F.; DIONELLO, N.J.L.; DUARTE, A.D.; GONÇALVES, F.M.; ZAUK, N.H.F.; RIBEIRO, C.L.G. Performance of layers fed diets containing organic selenium, zinc and manganese, during a second cycle of production. 2004 In: ANNUAL SYMPOSIUM ON BIOTECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY. 20. Lexington. **Proceedings....** Lexington, 2004, p.19.

CAPÍTULO 2 – DESEMPENHO PRODUTIVO DE POEDEIRAS EM SEGUNDO CICLO DE POSTURA ALIMENTADAS COM MINERAIS ORGÂNICOS

CHAPER 2 - PRODUCTIVE PERFORMANCE OF LAYING HENS IN SECOND CYCLE OF POSTURE FEED WITH ORGANIC MINERALS

RESUMO: Objetivou-se com esta pesquisa avaliar o desempenho produtivo de poedeiras em segundo ciclo de postura alimentadas com minerais de fonte orgânica. O tratamento controle foi composto por ração com premix mineral inorgânico e os demais tratamentos consistiram da inclusão dos minerais cobre, ferro, manganês e zinco orgânicos em níveis de 100%, 90%, 80% e 70% dos níveis do mineral inorgânico. A gravidade específica e o percentual de ovos trincados no útero não sofreram influência dos tratamentos. O peso dos ovos apresentou redução quando as aves foram alimentadas com minerais orgânicos. O percentual de produção de ovos foi maior com inclusão de 100% de minerais orgânicos, enquanto a conversão alimentar foi melhor nos tratamentos com 100% e 90% de minerais orgânicos. Os demais níveis de inclusão proporcionaram percentual de produção e conversão alimentar estatisticamente iguais ao controle. A total substituição dos microminerais inorgânicos por níveis iguais de minerais orgânicos na dieta de poedeiras de segundo ciclo proporcionou melhoria no desempenho zootécnico. Quando a substituição resultou em até 70% daquela inclusão de minerais inorgânicos houve manutenção dos parâmetros de desempenho zootécnico.

Palavras-chave: biodisponibilidade, microminerais, produção de ovos

ABSTRACT: The goal of this research was to evaluate the performance of laying hens in second laying cycle, fed with minerals from organic source. The control treatment consisted of diets with inorganic mineral premix, and other treatments consisted of organic copper, iron, manganese and zinc organics in levels of 100%, 90%, 80% and 70% of inorganic minerals levels. The specific gravity and percentage of body checked eggs did not suffer influence from treatments. The egg weight had a decrease when birds were fed with organic minerals. The egg production percentage

was higher when 100% of the organic minerals were included, while the feed conversion ratio better on treatments with addition of 100% and 90% organic minerals. Other addition levels provided percentage of and feed conversion ratio statistically equal to the control. Total replacement of inorganic trace minerals for equal levels of organic minerals in the diet of laying hens provided improvement in the performance. When replacement resulted in up 70% of that inclusion of inorganic minerals were maintenance of performance parameters.

Keywords: bioavailability, trace minerals, egg production

INTRODUÇÃO

A qualidade da casca tem recebido especial atenção na avicultura de postura, pois ela pode influenciar o desempenho econômico da atividade. Uma casca sólida e de boa qualidade é de fundamental importância para o desenvolvimento adequado do embrião e para os ovos de consumo. Ela funciona como uma embalagem natural que protege o conteúdo de contaminações e outras avarias (HUNTON, 2005). Ovos trincados e quebrados representam cerca de 80% a 90% dos ovos normalmente desclassificados, e um grande esforço tem sido feito na tentativa de melhorar a qualidade de casca (NYS, 2001).

A perda de ovos por trincas e quebras está diretamente relacionada com a qualidade da casca que pode ser influenciada por vários fatores como genética, idade das aves, nutrição, práticas de manejo, condições ambientais e de criação. Várias pesquisas têm direcionado o foco na melhoria da qualidade da casca relacionada a fatores genéticos, condições ambientais, técnicas mais eficientes de manejo, nutrição adequada e especial atenção têm recebido a nutrição mineral (NYS, 2001).

Os microminerais são elementos essenciais ao crescimento e funcionamento do organismo animal, além de serem indispensáveis na formação da casca e qualidade de ovos produzidos. Estes são comumente suplementados na dieta das aves em sua forma inorgânica. Contudo sua disponibilidade pode ser prejudicada por antagonismos e interações dos metais entre si e outros compostos (MABE et al.,

2003). Para melhorar sua disponibilidade biológica eles têm sido associados a compostos orgânicos que dão maior estabilidade e solubilidade a molécula (VIEIRA, 2004).

Manganês e zinco são co-fatores de metaloenzimas envolvidas na síntese de mucopolissacarídeos e carbonato que compõe a matriz orgânica da casca (SWIATKIEWICZ & KORELESKI, 2008). O zinco é integrante da anidrase carbônica que tem importante papel na suplementação de íons carbonato durante a formação da casca (NYS et al, 1999). O cobre é componente da enzima lisil-oxidase envolvida na conversão de lisina em desmonisina e isodesmonisina (CHOWDURY, 1990). De acordo com BAUMGARTNER et al. (1978), a deficiência deste mineral resulta em ovos deformados, propriedades mecânicas anormais e alta incidência de casca fina. O ferro é constituinte de hemoglobina e mioglobina que estão relacionadas à atividade de oxidação, redução e transporte de elétrons, sendo, portanto de essencial importância aos processos vitais do organismo (SCOTT et al., 1982).

Objetivou-se com esta pesquisa avaliar o desempenho produtivo de poedeiras em segundo ciclo de postura alimentadas com dietas contendo os microminerais cobre, ferro, manganês e zinco de fonte orgânica adicionados nas dietas em diferentes níveis de inclusão.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida na Granja Experimental da Fazenda do Glória da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), no município de Uberlândia, Minas Gerais, onde foram alojadas 250 galinhas poedeiras da linhagem Dekalb White, pós muda forçada, com 100 semanas de idade.

O galpão experimental utilizado era aberto, com cobertura de telhas cimento amianto, piso concretado, equipado com duas fileiras de gaiolas de arame galvanizado, cada uma medindo 1,00m de comprimento, 0,50m de largura e 0,40m de altura divididas ao meio. Cada gaiola com capacidade de alojar dez aves, sendo cinco em cada divisória. As aves foram distribuídas de forma aleatória nas unidades experimentais. Cada conjunto contendo dez aves compôs uma unidade experimental. As gaiolas foram equipadas com um bebedouro tipo Nipple e

comedouro linear em frente à gaiola. Água foi fornecida *ad libitum*. O programa de iluminação de 17 horas diárias de luz, entre natural e artificial, foi mantido durante todo o período experimental.

Foi realizado um delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial, com cinco tratamentos e cinco repetições com dez aves cada. As dietas isoenergéticas e isonutrientes foram formuladas e produzidas à base de sorgo e farelo de soja (Tabela 1).

Tabela 1 - Níveis nutricionais da ração de postura com inclusão de minerais inorgânicos e minerais quelatados.

Ingredientes	Unidade	Composição
Sorgo 8,8	%	64,28
Farelo de Soja 46,5	%	22,39
Calcário	%	9,12
Fosfato Bicalcio	%	1,62
Óleo de Soja	%	1,68
Premix Postura ¹	%	0,40
Sal Comum	%	0,36
DL-Metionina	%	0,104
Premix Mineral ²	%	0,05
Carophyll Yellow	%	0,0045
Carophyll Red	%	0,0030
Nutrientes	Unidade	Composição
Energia Metabolizável	Kcal/kg	2700
Proteína Bruta	%	16,00
Cálcio	%	4,00
Fósforo Disponível	%	0,40
Sódio	%	0,17
Lisina Disponível	%	0,70
Metionina Disponível	%	0,39
Met+Cistina Disponível	%	0,61
Treonina Disponível	%	0,54
Triptofano Disponível	%	0,18
Arginina Disponível	%	0,95

¹Composição do Premix Vitamínico e Aditivos - Níveis de Garantia por Quilo do Produto: ácido fólico (min) 125mcg; ácido pantotênico (min) 1.610mg; biotina (min) 3,75mg; colina (min) 52,2g; niacina (min) 5.000mg; Vit-A (min) 2.000.000UI; Vit-B1 (min) 50mg; Vit-B12 (min) 2.500mcg; Vit-B2 (min) 750mg; Vit-B6 (min) 425mg; Vit-D3 575.000UI; Vit-E (min) 3.750UI; Vit-K3 (min) 250mg; Se (min) 62,5mg; Halquinol 7.500mg. Adicionar 4kg/t de ração.

²Composição do Premix Mineral: Níveis de Garantia por Quilo do Produto: Cu (min) 18g; Fe (min) 60g; I (min) 2g; Mn (min) 120g; Zn (min) 120g. Adicionar 0,5kg/t de ração.

O tratamento testemunha foi composto da inclusão dos elementos cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e Zinco (Zn) sobre a forma de sais no premix mineral. Os demais tratamentos consistiram de inclusão na dieta da suplementação de uma mistura mineral de fonte orgânica (Tabela 2) em substituição ao premix mineral, nas concentrações de 100%, 90%, 80% e 70% dos níveis de inclusão dos minerais de fonte inorgânica (Tabela 3).

Tabela 2 - Composição de minerais orgânicos, formulada antes do preparo das rações.

Minerais Orgânicos	Mistura de Minerais Orgânicos (quantidade para inclusão em 500kg de ração)		
	Quantidade Quelatado (g)	Elemento Mineral(g)	Inclusão em Quilo de Ração (mg/g)
Yes-Mineral Cobre	28,13	4,5	9
Yes-Mineral Ferro	93,75	15	30
Yes-Mineral Manganês	187,5	30	60
Yes-Mineral Zinco	187,5	30	60
Veículo qsp	500,00		

Tabela 3 - Níveis de inclusão dos minerais cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) (mg/kg de dieta) nas rações experimentais.

Minerais	Níveis de suplementação MO				
	MI 100% - A	100% - B	90% - C	80% - D	70% - E
Cu mg/kg	9,0	9,0	8,1	7,2	6,3
Fé mg/kg	30	30	27	24	21
Mn mg/kg	60	60	54	48	42
Zn mg/kg	60	60	54	48	42

MI – Minerais Inorgânicos; MO – Minerais Orgânicos.

As aves receberam oferta diária de 108 gramas de ração fracionada em três porções oferecidas as sete, dez e 15:00 horas. Foram realizadas duas coletas de ovos pela manhã, e uma terceira e última coleta as 14:00.

A duração do experimento foi de 49 dias. Após um período de 14 dias de adaptação às rações experimentais, os efeitos sobre a produção foram avaliados semanalmente pelo acompanhamento das seguintes variáveis:

a) Peso médio dos ovos (grama) - ao final de cada sete dias de experimento, todos os ovos produzidos por cada repetição, por tratamento, eram pesados e o peso total dividido pelo número de ovos, determinava-se seu peso médio por data de coleta;

b) Produção semanal de ovos por ave alojada - calculada segundo o total de ovos produzidos ao longo de cada semana, por cada unidade experimental. Este total de ovos era dividido por sete para determinar a produção média diária da repetição dentro de cada tratamento e assim determinar o percentual médio de ovos produzidos em cada semana em relação ao número de aves alojadas no início do experimento;

c) Ovos trincados no útero (body checked) - Ao final de cada sete dias de experimento todos os ovos íntegros eram passados no ovoscópio para a identificação de ovos trincados no útero. O percentual de ovos trincados no útero de cada semana do teste foi calculado em relação aos ovos normais da respectiva coleta;

d) Produção semanal de ovos trincados e quebrados - diariamente após a última coleta todos os ovos trincados eram separados e contados, sendo calculado o percentual de ovos trincados e quebrados em relação à produção semanal;

e) Conversão alimentar - quilos de ração consumida para produzir uma dúzia de ovos, e;

f) Gravidade específica - Ao final de cada sete dias de experimento, todos os ovos íntegros produzidos por cada repetição por tratamento eram imersos nas soluções e determinada a gravidade específica. Para tanto foram utilizadas cinco soluções salinas com densidades de 1070, 1075, 1080, 1085 e 1090, conforme HAMILTON (1982). Cada ovo da amostra sofreu imersão nas soluções salinas e a densidade determinada pela flutuação do ovo na solução, realizou-se então a média dos ovos das amostras de cada tratamento, de acordo com a fórmula:

$$GE = [(1070 \times n^{\circ} \text{ ovos}) + (1075 \times n^{\circ} \text{ ovos}) + (1080 \times n^{\circ} \text{ ovos}) + (1085 \times n^{\circ} \text{ ovos}) + (1090 \times n^{\circ} \text{ ovos})] / n^{\circ} \text{ ovos da amostra}$$

As variáveis estudadas foram submetidas ao teste de normalidade Shapiro-Wilk. Por não apresentar distribuição normal para produção semanal de ovos quebrados e trincados foi feito o teste não paramétrico de Kruskal Wallis e as demais variáveis estudadas foram submetidas à Análise de Variância e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey, todas com nível de significância de cinco

por cento, por meio do programa estatístico SAS (Statistical Analysis System) versão 9.2 (SAS, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O peso de ovos, a produção semanal e conversão alimentar não diferiram estatisticamente entre as diferentes coletas (Tabela 4). Por outro lado, o percentual de ovos trincados no útero reduziu em função do tempo com uma diminuição significativa na terceira e na quinta coletas, sugerindo assim um efeito da suplementação de minerais orgânicos. Muito embora, por um fator não identificado a quarta coleta apresentou um número de trincas internas significativamente maior. Por outro lado, a gravidade específica apresentou-se com um comportamento muito semelhante durante todas as coletas, variando de 1080,77 a 1082,98, valores considerados muito bons na avaliação da qualidade da casca.

Tabela 4 - Médias de peso dos ovos (PO) (grama), percentual de produção semanal (PS) (%ovos produzidos/aves/semana), percentual de ovos trincados no útero (TU) (%), conversão alimentar (CA) (kg ração/dúzia de ovos produzidos) e gravidade específica (GE) (g/ml).

		PO (g)	PS (%)	TU (%)	CA	GE
Coletas	1	70,628	82,54	38,73 ^a	1,547	1082,43 ^{ab}
	2	70,654	82,51	38,11 ^a	1,562	1080,77 ^b
	3	71,054	82,46	25,76 ^b	1,565	1082,87 ^a
	4	70,065	85,36	47,70 ^a	1,509	1081,31 ^{ab}
	5	70,739	82,72	25,75 ^b	1,577	1082,98 ^a
TMT	A 100% MI	72,133 ^a	80,52 ^b	28,92	1,614 ^a	1081,66
	B 100%	70,067 ^b	85,11 ^a	35,97	1,512 ^b	1081,95
	C 90% MO	72,481 ^a	84,02 ^{ab}	38,87	1,520 ^b	1082,06
	D 80%	69,317 ^b	83,96 ^{ab}	34,87	1,544 ^{ab}	1082,26
	E 70%	69,143 ^b	82,10 ^{ab}	37,43	1,569 ^{ab}	1082,43
CV (%)		3,20	6,48	39,27	6,33	0,21
P valor	Coleta	0,6599 ^{ns}	0,2628 ^{ns}	0,0676 ^{ns}	0,1370 ^{ns}	0,013 [*]
	TMT	<0,0001 [*]	0,0272 [*]	<0,0001 [*]	0,0025 [*]	0,7826 ^{ns}
	Interação	0,8964 ^{ns}	0,9834 ^{ns}	0,4845 ^{ns}	0,9354 ^{ns}	0,1199 ^{ns}

TMT: tratamentos; MI: Minerais Inorgânicos; MO: Minerais Orgânicos; * diferença estatística; ns: não significativo. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey 5% (P<0,05).

Os tratamentos B (100% MO), D (80% MO) e E (70% MO) apresentaram ovos mais leves em comparação com o tratamento A (100% MI). No entanto o desempenho das aves não foi afetado. Por outro lado, o tratamento C (90% MO) apresentou peso dos ovos maior se comparado aos demais níveis de inclusão de MO, comportamento este que não nos permite explicar a luz dos resultados.

FERNANDES et al. (2008) também observaram redução no peso médio de ovos quando utilizaram uma mistura de 250 ppm de zinco, manganês e selênio orgânicos em relação aos tratamentos com 500 ppm de microminerais orgânicos e controle (premix mineral inorgânico). Todavia, não verificaram diferença estatística foi verificada para a massa de ovos, isto se justificou porque não houve diferença significativa entre os tratamentos para o percentual de produção de ovos.

Em pesquisa com poedeiras em primeiro ciclo de postura, SECHINATO et al. (2006) incluíram os minerais zinco, iodo, cobre e ferro na forma orgânica a dieta isoladamente e em associação, e observaram redução na massa de ovos apenas quando o ferro orgânico foi adicionado isoladamente a ração. Para os autores o ferro quelatado deve ser mais investigado, uma vez que sua absorção depende de um processo ativo por meio da utilização de proteínas transportadoras na membrana das células intestinais, e a reutilização do ferro pelo organismo é eficiente. Por outro lado, PAIK (2001) observou que a inclusão de ferro quelatado a dieta das poedeiras aumentou em até 20% o conteúdo de ferro da gema do ovo justificando seu uso na nutrição das poedeiras, já que o ovo é considerado uma fonte deste mineral para a nutrição humana (SCOTT et al., 1982). PAIK (2001) verificou piora na massa de ovos apenas quando o cobre orgânico foi incluído a ração das poedeiras isoladamente, o que não foi observado nos ovos oriundos do tratamento contendo ferro na forma orgânica.

Em pesquisa sobre suplementação de poedeiras em diferentes idades, com os minerais zinco, manganês e cobre orgânicos, MABE et al. (2003) também observaram diminuição no peso dos ovos quando as aves que os produziram eram mais velhas. Os autores não encontraram qualquer relação entre o nível de suplementação de minerais quelatados e os efeitos sobre o peso dos ovos, além do efeito negativo sobre o peso dos ovos não vir acompanhado por alterações significativas sobre os parâmetros de qualidade da casca. Este resultado é

semelhante ao encontrado no presente trabalho, em que o peso dos ovos não provocou alterações na gravidade específica dos mesmos.

ABDALLAH et al. (1994) retiraram a suplementação dos elementos ferro, cobre e zinco da alimentação das poedeiras por 10 semanas e não observaram efeito sobre produção e peso dos ovos. Da mesma forma, INAL et al. (2001) demonstraram que a retirada da suplementação de microminerais e vitaminas não exerceu qualquer efeito no peso dos ovos produzidos por aves jovens (30 semanas de idade), no entanto, as aves velhas (62 semanas de idade) produziram ovos mais leves. Desta forma, MABE et al. (2003) em apreciação da literatura sobre o assunto, julgaram ser inconsistente o efeito da suplementação de minerais sobre o peso dos ovos.

No presente trabalho, poedeiras que receberam 100% de minerais orgânicos apresentaram maior percentual de produção de ovos em relação as que receberam 100% de minerais inorgânicos (tabela 4), enquanto as que receberam 90%, 80% e 70% de minerais orgânicos foram estatisticamente iguais a 100% de MI e 100% de MO. Fatores como linhagem, peso das aves, idade podem influenciar a produção de ovos, no entanto práticas de manejo e alimentação são as principais características determinantes da produção (FAO, 2003).

A gravidade específica e o percentual de ovos trincados no útero não diferiram estatisticamente entre tratamentos (Tabela 4). A não ocorrência de efeitos dos tratamentos sobre estas variáveis pode indicar um excesso da inclusão de minerais praticados nas granjas comerciais, o que prejudica observação dos benefícios da inclusão de minerais orgânicos sobre a qualidade de casca.

O ovo é definido como trincado no útero quando nos momentos iniciais de deposição a casca sofre fratura devido a movimentos espasmódicos bruscos, novas camadas de carbonato de cálcio são depositadas sob a região da casca fraturada. No entanto, é possível notar a presença de sulcos quando os ovos são observados contra a luz, são áreas frágeis e de fácil ruptura (REYNARD & SAVORY, 1999).

A conversão alimentar não diferiu estatisticamente entre as diferentes coletas, contudo foi observado melhora nesta variável quando as aves receberam dietas com inclusão de 100% e 90% de MO comparado as que receberam 100% de MI (Tabela 4). O percentual de proteína e o nível energético da ração são capazes de

influenciar na conversão alimentar, mas considerando que no presente trabalho as rações foram isonutrientes e isoenergéticas o único fator capaz de justificar a melhora na conversão alimentar seria a maior biodisponibilidade da fonte mineral.

Não houve diferença estatística para esta variável entre as diferentes coletas e tratamentos mesmo quando o nível de inclusão foi de 70% de MO, ou seja, a inclusão de minerais em valor 30% menor que o praticado rotineiramente proporcionou percentual de ovos quebrados e trincados estatisticamente iguais ao controle, fato que demonstra a maior biodisponibilidade desta fonte mineral.

Tabela 5 – Produção semanal média de ovos quebrados e trincados por coleta e tratamento.

COLETAS	TRATAMENTOS				
	MI		MO		
	A (100%)	B (100%)	C (90%)	D (80%)	E (70%)
1	2,95	1,68	3,96	1,80	2,69
2	1,46	1,81	1,57	1,85	3,00
3	2,74	2,93	1,22	1,51	0,86
4	0,90	0,58	1,16	2,42	2,64
5	1,71	0,00	2,11	2,25	0,42
Pr>Chi-Square	0,4635 ^{ns}	0,2476 ^{ns}	0,4820 ^{ns}	0,8308 ^{ns}	0,0812 ^{ns}

MI: Minerais Inorgânicos; MO: Minerais Orgânicos. Teste não paramétrico de Kruskal Wallis 5% (P<0,05).

Embora tenha havido redução no peso dos ovos na maioria dos tratamentos contendo MO a produção semanal foi maior ou igual quando esta fonte mineral foi utilizada. Os resultados do presente trabalho corroboram com os achados de FERNANDES et al. (2008) que encontraram ovos mais pesados quando a dieta controle foi utilizada em poedeiras em comparação àquelas que receberam 250 ppm dos minerais zinco, manganês e selênio de fonte orgânica. Além disso, os autores não também não verificaram diferença na gravidade específica dos ovos e o percentual de ovos quebrados e trincados.

Resultados distintos foram encontrados por SUN et al. (2012) que em recente pesquisa com poedeiras de primeiro ciclo de postura não observaram qualquer efeito da suplementação de microminerais de fonte orgânica sobre o percentual de produção, percentual de ovos quebrados e conversão alimentar.

Diferentemente do presente trabalho, GHEISARI et al. (2011) não encontraram diferenças no percentual de produção de ovos. No entanto, à

semelhança desta pesquisa a variável conversão alimentar foi melhorada quando as aves foram alimentadas com dietas contendo microminerais na forma orgânica. Os autores avaliaram os efeitos do fornecimento de dietas contendo microminerais cobre, manganês e zinco em sua forma orgânica para aves em primeiro ciclo de postura. Os resultados demonstraram que as aves mantiveram a produção, houve melhoria na qualidade dos ovos e redução no percentual de ovos quebrados mesmo quando os níveis de inclusão foram de 50% a 75% menores que as recomendações do NRC. Resultados semelhantes aos de BORUTA et al. (2007) que avaliaram o peso de ovos, percentual de produção e conversão alimentar e não observaram diferença mesmo quando os minerais foram incluídos na forma orgânica a uma dosagem 12 vezes menor que o nível de minerais inorgânicos aplicados comercialmente.

FIGUEIREDO JÚNIOR (2010) em trabalho com inclusão de 33%, 66% e 100% de microminerais orgânicos em substituição a fonte inorgânica, observou aumento no percentual de produção de ovos em poedeiras semi-pesadas que receberam microminerais orgânicos independentemente do nível de inclusão, sendo que a conversão alimentar por dúzia de ovos foi melhor nas aves tratadas com os menores níveis de inclusão de orgânicos. O autor sugere que os resultados se justificaram pela melhoria na disponibilidade dos minerais de fonte orgânica que na forma quelatada apresentam proteção contra reações adversas que podem ocorrer no trato gastrintestinal, proporcionando maior absorção e estocagem. A divergência entre os resultados do presente trabalho e da pesquisa acima citada pode ser justificado por se tratarem de diferentes linhagens e ciclos de produção distintos.

Menor perda de ovos, melhoria no peso específico e maior peso de ovos foram encontrados por MACIEL et al. (2010), quando os minerais zinco, manganês e cobre foram incluídos numa associação percentual de 50% de fonte orgânica e 50% fonte inorgânica.

Características de desempenho de poedeiras em primeiro ciclo de postura foram avaliadas por SECHINATO et al. (2006). Os minerais zinco, manganês, iodo, selênio, cobre e ferro de fonte orgânica foram incluídos nas dietas em forma associada ou isoladamente. De acordo com os autores não houve qualquer benefício nos parâmetros produtivos das aves em nenhum dos tratamentos

testados. MEDEIROS et al. (2009) e SCATOLINI (2007) também não observaram diferenças significativas na produtividade quando microminerais orgânicos foram oferecidos as poedeiras de primeiro e segundo ciclo de produção, respectivamente.

Fatores como idade das aves, composição da dieta, concentração de micro elementos da dieta basal, fonte e substituição relativa dos minerais, associados à diversidade de moléculas orgânicas disponíveis no mercado e diferentes procedimentos empregados durante o processo de quelação que resultam em produtos com disponibilidade biológica, estabilidade e metabolização diferentes, justificam os resultados divergentes encontrados na literatura (GHEISARI et al., 2011; FERNANDES et al. 2008).

Os resultados desta pesquisa demonstraram a maior biodisponibilidade dos microminerais de fonte orgânica, uma vez que não houve comprometimento dos parâmetros de desempenho produtivo mesmo quando o nível de inclusão foi de 70%. SUN et al. (2012) concluíram que os microminerais apresentaram maior disponibilidade biológica por ter havido incremento na espessura da casca dos ovos, maior retenção mineral e atividade enzimática em poedeiras comerciais. De acordo MATEOS et al. (2005), os minerais quelatados podem ser considerados mais biodisponíveis por diminuir a ocorrência de reações químicas indesejáveis no trato gastrointestinal ou por serem melhor absorvidos nas vias de absorção dos aminoácidos.

Além da manutenção da produtividade com níveis de menor inclusão de minerais nas dietas, os minerais orgânicos podem ser considerados mais seguros para o ambiente uma vez que sua excreção é menor quando comparada com dieta contendo minerais inorgânicos, conforme BOUTA et al. (2007).

O peso dos ovos de aves alimentadas com M.O. apresentou tendência de diminuição. No entanto a maior biodisponibilidade dos minerais quelatados proporcionou melhorias no percentual de produção de ovos e conversão alimentar, quando sua inclusão foi de 100% e 90%. A manutenção destes parâmetros, quando os níveis de inclusão foram menores, compensou assim a redução no peso dos ovos.

CONCLUSÃO

Com exceção do tratamento C (90%), todos os tratamentos com inclusão de minerais orgânicos proporcionaram ovos mais leves se comparados ao tratamento controle. O percentual de produção semanal de ovos foi melhorou quando os minerais orgânicos foram incluídos a dieta das poedeiras em níveis de 100%. Sendo que houve melhoria na conversão alimentar nos tratamentos contendo 100% e 90% de inclusão de minerais orgânicos.

Portanto, a total substituição dos microminerais inorgânicos por níveis iguais de minerais orgânicos na dieta de poedeiras de segundo ciclo proporcionou melhoria no desempenho zootécnico. Quando a substituição resultou em até 70% daquela inclusão de minerais inorgânicos houve manutenção dos parâmetros de desempenho zootécnico, o que permite concluir que esta fonte mineral é mais biodisponível do que a fonte inorgânica comumente utilizada.

REFERÊNCIAS

ABDALLAH, A.G.; HARMS, R.H.; WILSON, H.R.; EL-HUSSEINI, O. Effect of removing trace minerals from the diet of hens laying eggs with heavy or light shell weight. **Poultry Science**, Champaign, v.73, n. 2, p. 295–301, Feb. 1994.

BAUMGARTNER, S.D.J.; BROWN, E.; SALEVSKY, JR., LEACH, R.M. Copper deficiency in the laying hen. **The Journal Nutrition**, Pennsylvania, v. 108, p. 804-811. 1978.

BORUTA, A.; SWIERCZEWSKA; GLEBOCKA, K.; NOLLET, L. Trace organic minerals as a replacement of inorganic sources for layer: effects on productivity and mineral excretion. **16th European Symposium on Poultry Nutrition**, 2007, p. 491-494.

HOWDHURY, S.D. Shell membrane system in relation to lathyrus toxicity and copper deficiency, **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 46, p. 153-169, 1990.

FERNANDES, J.I.M.; MURAKAMI, A.E.; SAKAMOTO, M.I.; SOUZA, L.M.G.; MALAGUIDO, A.; MARTINS, E.N. Effects of organic mineral dietary supplementation on production performance and egg quality of white layer. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Campinas, v. 10, n.1, p. 59-65, Jan./Mar., 2008.

FIGUEIREDO JÚNIOR, J.P. **Níveis de minerais orgânicos na alimentação de poedeiras semi pesadas**. 2010. 55f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2010.

FAO – AGRICULTURAL SERVICES. Egg production. In: **Egg marketing**. A guide for the production and sale of eggs, Italy, Buletin, 50, p. 1-10. 2003.

GHEISARI, A.A.; SANEI, A.; SAMIE, A.; GHEISARI, M.M.; TOGHYANI, M. Effects of diets supplemented with different levels of manganese, zinc, and copper from their organic or inorganic sources on egg production and quality characteristics in layer hens. **Biological Trace Element Research**, Isfahan, v. 142, n. 3, p. 557-571, Aug. 2011.

HAMILTON, R.G.M. Methods and factors that effect the measurement of egg shell quality. **Poultry Science**, Champaign, v. 61, n. 10, p. 2022-2039, Oct. 1982.

HUNTON, P. Research on eggshell structure and quality: An historical overview. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Campinas, v. 7, n. 2, p. 67-71, Apr./June. 2005.

INAL, F.; COSKUN, B.; GÜ LSEN, N.; KURTOGLU, V. The effects of withdrawal of vitamin and trace mineral supplements from layer diets on egg yield and trace mineral composition. **British Poultry Science**, London, v. 42, n. 1, p. 77–80, Mar. 2001.

MABE, I.C. RAPP, M.; BAIN, M.; NYS, Y. Supplementation of a corn-soybean meal diet with manganese, copper, and zinc from organic or inorganic sources improves eggshell quality in aged laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, n.12, p. 1903-1913, Dec. 2003.

MACIEL, M.P.; SARAIVA, E.P.; AGUIAR, E.F.; RIBEIRO, P.A.P.; PASSOS, D.P.; SILVA, S.B. Effect of using organic micro minerals on performance and external quality of eggs of commercial laying hens at the end of laying. **Revista Brasileira de Zootécnia**, Viçosa, v. 39, n. 2, p. 344-348, Feb. 2010.

MATEOS, G.G.; LAZARO, R.; ASTILLERO, J.R.; SERRANO, M.P. **Trace minerals what text books don't tell you**. In: Re-defining Mineral Nutrition. Nottingham: Nottingham University Press, 2005, pp.21-61.

MEDEIROS, J.P.; ESTEVÃO, L.R.M.; BASTOS, F.J.F.; BORBA, L.B.C.; SILVA, J.L.; CAVALVANTI, M.B.T.; EVÊNCIO-NETO, J. Desempenho produtivo de poedeiras comerciais suplementadas com minerais orgânicos. In: Jornada de ensino, 9;; Semana Nacional de Ciência e Tecnologia, 6, 2009, Recife, **Resumos...** 2009, 3f.

NYS, Y. Recent developments in layer nutrition for optimizing shell quality. In Proc. 13th. **European Symposium on Poultry Nutrition**, Blankenberge, 2001, p. 42-52.

NYS, Y.; HINCKE, M.; ARIAS, J.L.; GARCIA-RUIZ, J.M.; SOLOMON, S. E. Avian eggshell mineralization. **Poultry Avian Biology**, Northwood, v. 10, p. 143-166, 1999.

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

REYNARD, M.; SAVORY, C.J. Stress-induced oviposition delays in laying hens: duration and consequences for eggshell quality. **British Poultry Science**, London, v. 40, n. 5, p. 585-591, June. 1999.

SAS. SAS/STAT[®] 9.2 **User's Guide**. Version 9.2, Cary, NC: SAS Institute Inc., 2008.

SCATOLINI, A.M. **Manganês, zinco e selênio associados a moléculas orgânicas na alimentação de galinhas poedeiras de segundo ciclo de produção**. 2007. 65 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2007.

SCOTT, M.L.; NESHEIN, M.C.; YOUNG, R.J. **Nutrition of the chicken**. 3 ed. New York, 1982, 562 p.

SECHINATO, A. S.; ALBUQUERQUE, R.; NAKADA, S. Efeito da suplementação dietética com microminerais orgânicos na produção de galinhas poedeiras. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 43, n. 2, p. 159-166, 2006.

SUN, Q.; GUO, Y.; LI, J.; ZHANG, T.; WEN, J. Effects of methionine hydroxy analog chelated cu/mn/zn on laying performance, egg quality, enzyme activity and mineral retention of laying hens. **Japan Poultry Science Association**, Beijing, v. 49, p. 20-25, 2012.

SWIATKIEWICZ, S.; KORELESKI, J. The effect of zinc and manganese source in the diet for laying hens on eggshell and bones quality. **Veterinarni Medicina**, Praha, v.53, n. 10, p. 555–563, 2008.

VIEIRA, S.L. Minerais quelatados na nutrição animal. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUINOS, 2004, **Anais...** Campinas: CBNA, 2004, p. 51-70.

CAPÍTULO 3 - QUALIDADE DE OVOS DE POEDEIRAS EM SEGUNDO CICLO DE POSTURA ALIMENTADAS COM MINERAIS ORGÂNICOS

CHAPTER 3 – QUALITY OF EGGS OF LAYING HENS IN SECOND CYCLE OF POSTURE FED WITH ORGANIC MINERALS

RESUMO: O objetivou-se com esta pesquisa avaliar a influência dos minerais cobre, ferro, manganês e zinco, associados em sua forma orgânica sobre os parâmetros de qualidade interna e externa dos ovos de galinhas poedeiras em segundo ciclo de produção. Os tratamentos consistiram na total substituição destes minerais na forma inorgânica por inclusão de mineral orgânico em níveis de 100%, 90%, 80% e 70%. Análises físicas e bromatológicas foram realizadas para avaliar a qualidade dos ovos. O percentual de albúmen, gema e casca não sofreram influência dos tratamentos. O percentual de proteína reduziu com o uso de minerais orgânicos enquanto a matéria mineral aumentou. Os parâmetros de qualidade de casca melhoraram com a inclusão de microminerais orgânicos nas dietas das galinhas poedeiras. A inclusão de minerais de fonte orgânica a dietas de poedeiras em segundo ciclo de produção proporcionou ovos com maior percentual de matéria mineral, em albúmen e gema, e melhor qualidade de casca.

Palavras-chave: casca de ovos, microminerais, qualidade de ovos

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate the influence of the copper, iron, manganese and zinc minerals in organic form, associated to the internal and external quality parameters on hen eggs in their second production cycle. Such treatments consisted of the total replacement of this trace minerals in their inorganic form by the addition of organic mineral at levels of 100%, 90%, 80% and 70% commonly used in commercial farms. Physical and chemical analyses were performed to evaluate quality of eggs. Percentage of albumen, yolk and eggshell did not suffer influence from treatments. Percentage of protein decreased with the use of organic minerals while the mineral matter increased. The eggshell quality parameters had an improve with the addition of organic minerals on the diet of laying hens. The inclusion of

minerals from organic source to laying hens diet in their second production cycle provided a highest percentage of mineral matter, in albumen and yolk, and better eggshell quality.

Keywords: egg quality, eggshell, trace minerals

INTRODUÇÃO

A muda forçada é pratica de oportunidade realizada em granjas comerciais por diminuir os custos com reposição de lotes prolongando o ciclo produtivo das aves. As vantagens dessa técnica são a rápida retomada de produção, em média quatro semanas, aumento da taxa de postura do lote em fim de ciclo e melhoria da qualidade dos ovos em relação ao final do primeiro ciclo produtivo (GARCIA, 2004).

Normalmente para formulação da dieta de poedeiras em segundo ciclo de postura, aplica-se ligeira redução nos níveis nutricionais utilizados para o primeiro ciclo (SALDANHA et al., 2009). Mas sabendo que os microminerais de fonte inorgânica são passíveis de sofrerem antagonismos e interações entre si e com outros compostos prejudicando sua absorção (MABE, 2003), eles são comumente adicionados à ração em níveis superiores aos recomendados (BERTECHINI, 2003), o que onera os custos de produção e aumenta a quantidade de resíduos eliminados no ambiente pelas fezes.

É possível melhorar a disponibilidade biológica dos minerais pela associação a compostos orgânicos que proporcionam maior estabilidade a molécula e conseqüentemente os tornam mais disponíveis para a utilização pelo organismo animal. Os chamados minerais orgânicos ou quelatados diferem entre si pelo tipo de carreador ao qual o mineral está associado e quanto ao processo usado durante a quelação.

Os microminerais são nutrientes essenciais ao organismo e por serem indispensáveis a vários processos bioquímicos necessários ao crescimento, desenvolvimento e produção, se relacionam de forma direta ou indireta com a formação e qualidade de ovos. O ferro é constituinte da hemoglobina (SCOTT et al., 1982), está envolvido em processos de oxi-redução e transporte de elétrons

(DUCSAY et al., 1984), além de participar da regulação do crescimento e diferenciação celular (ANDREWS, 1999). O manganês se relaciona com o funcionamento do sistema reprodutivo de machos e fêmeas (UNDERWOOD, 1981), e juntamente com zinco é cofator de metaloenzimas responsáveis pela síntese de mucopolissacarídeo e carbonato envolvidos na formação e qualidade da casca de ovos (SWIATKIEWICZ & KORELESKI, 2008). O zinco ainda é componente da anidrase carbônica, enzima importante na suplementação de íons carbonato para a formação da casca (NYS et al., 1999). O cobre está envolvido em vários processos enzimáticos relacionados ao metabolismo e absorção do ferro, síntese de colágeno e elastina, formação de ossos (UAUY et al., 1998), além de desenvolvimento e coloração das penas (SCHEIDELER, 2008).

Objetivou-se com esta pesquisa avaliar o efeito dos minerais cobre, ferro, manganês e zinco quelatados em forma orgânica adicionados nas dietas em diferentes níveis de inclusão, sobre a qualidade de ovos de galinhas poedeiras em segundo ciclo de produção.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Granja Experimental da Fazenda do Glória da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), no município de Uberlândia, Minas Gerais. Foram alojadas 250 galinhas poedeiras da linhagem Dekalb White, após muda forçada, com 100 semanas de idade.

O galpão experimental aberto, protegido por telas laterais, com cobertura de telhas de cimento amianto, piso concretado, equipado com duas fileiras de gaiolas de arame galvanizado, cada uma medindo 1,00m de comprimento, 0,50m de largura e 0,40m de altura divididas ao meio. Cada gaiola com capacidade de alojar dez aves, sendo cinco em cada divisória. As aves foram distribuídas de forma aleatória nas unidades experimentais. Cada unidade experimental foi composta de uma gaiola com dez aves. Foram equipadas com bebedouro tipo Nipple e comedouro linear em frente à gaiola. Água foi fornecida *ad libitum*. As poedeiras receberam 17:00h de luz entre natural e artificial, durante todo o período experimental.

Foi executado um delineamento experimental inteiramente casualizado com

cinco tratamentos e cinco repetições com dez aves cada. As dietas isoenergéticas e isonutrientes foram formuladas e produzidas à base de sorgo e farelo de soja (Tabela 1).

Tabela 1 - Níveis nutricionais da ração de postura com inclusão de minerais inorgânicos e minerais quelatados.

Ingredientes	Unidade	Composição
Sorgo 8,6	%	64,28
Farelo de Soja 46,5	%	22,39
Calcário	%	9,12
Fosfato Bicalcio	%	1,62
Óleo de Soja	%	1,68
Premix Postura ¹	%	0,40
Sal Comum	%	0,36
DL-Metionina	%	0,104
Premix Mineral ²	%	0,05
Carophyll Yellow	%	0,0045
Carophyll Red	%	0,0030
Nutrientes	Unidade	Composição
Energia Metabolizável	Kcal/kg	2700
Proteína Bruta	%	16,00
Cálcio	%	4,00
Fósforo Disponível	%	0,40
Sódio	%	0,17
Lisina Disponível	%	0,70
Metionina Disponível	%	0,39
Met+Cistina Disponível	%	0,61
Treonina Disponível	%	0,54
Triptofano Disponível	%	0,18
Arginina Disponível	%	0,95

¹Composição do Premix Vitamínico e Aditivos: Níveis de Garantia por Quilo do Produto: ácido fólico (min) 125mcg; ácido pantotênico (min) 1.610mg; biotina (min) 3,75mg; colina (min) 52,2g; niacina (min) 5.000mg; Vit-A (min) 2.000.000UI; Vit-B1 (min) 50mg; Vit-B12 (min) 2.500mcg; Vit-B2 (min) 750mg; Vit-B6 (min) 425mg; Vit-D3 575.000UI; Vit-E (min) 3.750UI; Vit-K3 (min) 250mg; Se (min) 62,5mg; Halquinol 7.500mg. Adicionar 4kg/t de ração.

²Composição do Premix Mineral: Níveis de Garantia por Quilo do Produto: Cu (min) 18g; Fe (min) 60g; I (min) 2g; Mn (min) 120g; Zn (min) 120g. Adicionar 0,5kg/t de ração.

O tratamento testemunha (controle) foi composto da inclusão dos elementos cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e Zinco (Zn) sobre a forma de sais no premix mineral. Os demais tratamentos consistiram de inclusão na dieta da suplementação de uma mistura mineral de fonte orgânica em substituição ao premix mineral (Tabela 2), nas concentrações de 100%, 90%, 80% e 70% dos níveis de inclusão de minerais inorgânicos (Tabela 3).

Tabela 2 – Composição da mistura de minerais orgânicos, formulada antes do preparo das rações.

Minerais Orgânicos	Mistura de Minerais Orgânicos (quantidade para inclusão em 500kg de ração)		
	Quantidade Quelatado (g)	Elemento Mineral(g)	Inclusão em Quilo de Ração (mg/g)
Yes-Mineral Cobre	28,13	4,5	9
Yes-Mineral Ferro	93,75	15	30
Yes-Mineral Manganês	187,5	30	60
Yes-Mineral Zinco	187,5	30	60
Veículo qsp	500,00		

Tabela 3 - Níveis de inclusão de minerais (mg/kg de dieta) inorgânicos (MI) e orgânicos (MO) nas rações experimentais.

Minerais	MI	Níveis de suplementação MO				
	100% - A	100% - B	90% - C	80% - D	70% - E	
Cu mg/kg	9,0	9,0	8,1	7,2	6,3	
Fé mg/kg	30	30	27	24	21	
Mn mg/kg	60	60	54	48	42	
Zn mg/kg	60	60	54	48	42	

As aves receberam oferta diária de 108 gramas de ração fracionada em três porções oferecidas as sete, dez e 15:00 horas. Os ovos foram colhidos em dois momentos pela manhã e uma terceira e última coleta feita as 14:00h.

A avaliação dos componentes dos ovos foi realizada 49 dias após o início do arraçoamento com as dietas experimentais, quando foram tomados ao acaso 30 ovos de cada tratamento, portanto, seis de cada repetição. A amostra coletada foi encaminhada logo a seguir ao Laboratório de Análise de Ração (LANRA) da Faculdade de Medicina Veterinária da UFU, para os procedimentos de avaliação da qualidade interna e externa dos componentes dos ovos. Os ovos foram individualmente identificados e pesados em balança digital com escala de precisão de meio grama. Após a pesagem os ovos foram seccionados no sentido diagonal com auxílio de tesoura reta de ponta fina e em seguida pesados separadamente albúmen, gema e casca. Em seguida avaliados os seguintes parâmetros:

a) Albúmen:

A porcentagem de albúmen foi calculada dividindo-se seu peso pelo peso do ovo íntegro e multiplicando-se o resultando por 100. Os seis albúmen de cada repetição foram agrupados com o objetivo de formar uma amostra para a realização das análises bromatológicas. As amostras foram pesadas em balança com escala de precisão de meio grama. Após calibração do medidor de pH e homogeneização da amostra com bastão de vidro por um minuto, o pH foi medido por potenciômetro digital marca Gehaka e, em seguida dispostas na estufa de circulação forçada a 55°C por 72 horas para a determinação da matéria seca e por diferença a umidade.

Parte da amostra foi utilizada para determinação da matéria mineral. O método utilizado baseou-se na queima da amostra a temperatura de 550°C a 600°C, que resultou em um resíduo inorgânico que forneceu dados da quantidade de minerais totais contidos no albúmen. A proteína bruta foi determinada pelo método de Kjeldahl, que consistiu na digestão das amostras nitrogenadas com ácido sulfúrico concentrado em presença de catalisador. O método foi dividido em três etapas: digestão, destilação e titulação. A digestão ácida transformou o nitrogênio em sulfato de amônio, e em nitrogênio amoniacal por destilação em meio alcalino. Em seguida o nitrogênio foi quantificado por titulação em ácido padronizado.

b) Gema:

A porcentagem de gema foi calculada dividindo-se seu peso pelo peso do ovo íntegro e multiplicando-se o resultado por 100. Para cada tratamento foram agrupadas cinco amostras contendo seis gemas para realização de análises bromatológicas. Para análises da gema a mesma metodologia anteriormente citada para albúmen foi utilizada para se determinar pH, umidade, matéria mineral e proteína bruta. Para se determinar o extrato etéreo utilizou-se o Extrator Soxhlet. O método baseou-se no aquecimento e volatilização do éter, que ao sofrer condensação o éter passou pela amostra e arrastou as frações solúveis nele. O processo foi repetido sucessivas vezes até não restarem mais frações extraíveis na

amostra. O éter foi então destilado, e coletado em outro recipiente, ao passo que a gordura extraída foi calculada por diferença de pesagem do balão coletor.

c) Casca:

A porcentagem da casca foi calculada dividindo-se seu peso pelo peso do ovo íntegro e multiplicando-se o resultado por 100. Após higienização em água corrente as membranas da casca foram removidas e as cascas colocadas para secar em estufa a temperatura de 105°C por duas horas. Em seguida, sua parte interna foi corada com solução de azul de metileno (1g/100ml de etanol a 70%) para que a cor azul se difundisse através dos poros facilitando a visualização dos mesmos. Após a secagem, foram feitas marcações na face externa das cascas de 1x1 cm² nos pólos maior, menor e meridiano, e com o auxílio de uma lupa com aumento de 3,6 vezes, procedeu-se a contagem visual dos poros conforme o método de PEEBLES & BRAKE (1985). Utilizando-se de um micrômetro digital, marca Mitutoyo, mediu-se a espessura da casca nos pólos maior, menor e meridiano e seus valores foram expressos em milímetros (mm).

Para determinação da matéria mineral, o método anteriormente citado foi realizado, para tanto as cascas foram agrupadas em cinco amostras de seis cascas que foram trituradas em moinho convencional (Elo) e peneiradas em tela de dois milímetros, pesadas e colocadas em mufla a 600°C por duas horas, e as cinzas após resfriadas em dessecador foram novamente pesadas. Os valores foram determinados em porcentagem sobre a matéria seca.

Para determinação do percentual de cálcio utilizou-se o método de oxidimetria, onde o cálcio contido na amostra foi precipitado sob a forma de oxalato a pH de 4,0 e o precipitado foi lavado e posteriormente dissolvido em ácido sulfúrico diluído. O ácido oxálico gerado na reação foi titulado com solução padrão de permanganato de potássio.

O percentual de fósforo contido nas cascas foi determinado pelo método colorimétrico. A amostra sofreu ataque químico fortemente ácido a quente que objetivou extrair todo conteúdo de fósforo. Ocorreu formação de um complexo

colorido entre o fosfato e os reagentes vanadato e molibdato de amônio, de cor amarela, a absorvância foi medida na faixa de 400 a 430 nanômetro.

Todas as análises bromatológicas foram realizadas de acordo com as metodologias do Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (Sindirações, 2009). As variáveis estudadas foram submetidas ao teste de normalidade Shapiro-Wilk, foi feito Análise de Variância e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey, ao nível de cinco por cento de significância, pelo programa estatístico SAS (Statistical Analysis System) versão 9.2 (SAS, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Percentagem de albúmen, gema e casca de ovos produzidos por poedeiras alimentadas com minerais inorgânicos e diferentes níveis de inclusão de minerais orgânicos não apresentou diferença estatística entre si (Tabela 4).

Tabela 4 – Percentual de albúmen, gema e casca de ovos de galinhas poedeiras em segundo ciclo de produção, alimentadas com dietas contendo minerais inorgânicos (MI) e diferentes níveis de inclusão de minerais orgânicos (MO) (Cu, Fe, Mn e Zn).

TMT			Albúmen (%)	Gema (%)	Casca (%)
A	MI	100 %	58,43	25,33	13,68
B		100%	58,39	25,08	13,20
C	MO	90%	57,69	25,73	13,37
D		80%	57,03	25,89	13,79
E		70%	57,14	26,26	13,65
CV (%)			4,77	7,83	9,44
P valor			0,1441 ^{ns}	0,1782 ^{ns}	0,3578 ^{ns}

TMT - tratamento; CV - Coeficiente de Variação; ns – não significativo. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey 5% (P<0,05).

Os principais componentes do ovo são casca, gema e albúmen e representam, respectivamente, 9 a 14%, 32 a 35% e 52 a 58% do peso total do ovo (BRANDALIZE, 2001). Aves mais velhas produzem ovos com gemas maiores o que culmina no aumento do percentual de gema e diminuição no percentual de albúmen e casca do ovo (CARVALHO et al., 2007).

SILVERSIDES (1994) pesquisou a influência da idade sobre a qualidade interna dos ovos em poedeira com 30, 45, 60 e 75 semanas de idade e observou

aumento do peso do ovo com o aumento da idade, sendo que o percentual de gema aumentou até 60 semanas de idade e depois reduziu. Efeito inverso foi observado para o albúmen que diminuiu até 60 semanas de idade e aumentou com 75 semanas. Este comportamento explica o percentual relativamente baixo de gema observado no presente trabalho em comparação com os dados médios encontrados na literatura, uma vez que as aves utilizadas no experimento apresentavam idade superior a 75 semanas.

Os resultados do presente trabalho estão em concordância com as observações de SALDANHA et al. (2009) que em pesquisa com delineamento semelhante, avaliaram o efeito de minerais orgânicos sobre a qualidade de ovos de poedeiras em segundo ciclo de produção e não observaram diferenças na proporção das variáveis gema, albúmen e casca. MACIEL et. al. (2010) também não observaram diferença no percentual de casca quando 50% dos minerais zinco, manganês e cobre foram substituídos por fonte orgânica.

Não foi observada diferença estatística entre percentual de umidade e valores de pH de albúmen de ovos oriundos dos diferentes tratamentos (Tabela 5). No entanto, o percentual de proteína bruta foi maior em albúmen de ovos produzidos por aves que receberam o tratamento controle (MI), enquanto o percentual de matéria mineral foi maior ou igual em albúmen de ovos oriundos de aves que receberam dieta com minerais orgânicos (MO).

Tabela 5 – Percentual de umidade (UM), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM) e valores de pH de albúmen de ovos de poedeiras em segundo ciclo de produção alimentadas com dietas contendo minerais inorgânicos (MI) e diferentes níveis de inclusão de minerais orgânicos (MO) (Cu, Fe, Mn e Zn).

TMT			UM (%)	PB (%)	MM (%)	pH
A	MI	100%	89,05	9,42 ^a	0,46 ^b	8,05
B	MO	100%	88,71	8,67 ^b	0,48 ^b	8,10
C		90%	88,70	8,50 ^b	0,54 ^a	8,08
D		80%	89,01	8,60 ^b	0,45 ^b	8,07
E		70%	88,76	8,54 ^b	0,55 ^a	8,10
CV (%)			0,42	2,27	6,47	0,62
P valor			0,4049 ^{ns}	<0,0001 [*]	<0,0001 [*]	0,5113 ^{ns}

TMT – Tratamento; CV – Coeficiente de Variação; ns – não significativo; * - estatisticamente significativo. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey 5% (P<0,05).

No albúmen está contida a maior parte da água presente no ovo, em média 88%. Contendo cerca de 10% de proteínas, o albúmen pode ser considerado uma solução protéica. Apresenta ainda 1% de carboidratos, 0,6% a 0,9% de sais minerais e 0,1 a 0,2% de lipídios (SOUZA-SOARES & SIEWRDT, 2005).

A faixa de variação de pH do albúmen de ovos frescos é de 7,6 a 8,5 (MINE, 1995). SILVERSIDES & SCOTT (2001) em estudo sobre a influência da idade na qualidade interna dos ovos sugeriram que o pH pode ser utilizado para avaliar a qualidade de ovos frescos porque esta variável não sofre influência da idade da poedeira. O valor de pH encontrado no presente trabalho está dentro dos valores médios considerados normais para ovos frescos.

O percentual de extrato etéreo e valores de pH da gema não diferiram estatisticamente entre os tratamentos (Tabela 6). O percentual de umidade foi menor nos ovos provindos dos tratamentos D (80% MO) e E (70% MO). Enquanto percentual de proteína mostrou-se maior em gema de ovos de poedeiras alimentadas com tratamento controle, porém o percentual de matéria mineral foi maior em ovos de aves alimentadas com diferentes níveis de inclusão de minerais orgânicos, conforme DOBRZANSKI et al. (2008) já havia demonstrado quando suplementou poedeiras com cobre orgânico, indicando a possibilidade de enriquecimento mineral de ovos com o fornecimento de mineral orgânico na dieta das poedeiras. De acordo com a literatura, o percentual médio de umidade da gema é 46 a 59%, apresenta cerca de 30% de lipídios (COELHO DE SOUZA, 2007), 1,5 a 2% de minerais e 1% de carboidratos (SOUZA-SOARES & SIEWERDT, 2005).

Tabela 6 – Percentual de umidade (UM), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM) e valores de pH da gema de ovos de poedeiras em segundo ciclo de produção alimentadas com dietas contendo minerais inorgânicos (MI) e diferentes níveis de inclusão de minerais orgânicos (MO) (Cu, Fe, Mn e Zn).

TMT			UM (%)	EE (%)	PB (%)	MM (%)	pH
A	MI	100%	50,88 ^a	32,47	17,70 ^a	1,58 ^b	5,96
B		100%	49,81 ^{ab}	31,97	16,63 ^b	1,72 ^a	5,99
C	MO	90%	49,54 ^{ab}	32,39	17,09 ^b	1,76 ^a	6,00
D		80%	48,96 ^b	32,44	16,97 ^b	1,65 ^{ab}	6,01
E		70%	48,41 ^b	31,82	16,81 ^b	1,70 ^a	6,03
CV (%)			1,71	1,50	1,53	3,78	0,75
P valor			0,0022 [*]	0,1477 ^{ns}	<0,0001 [*]	0,0023 [*]	0,1608 ^{ns}

TMT – Tratamento; CV – Coeficiente de Variação; ns – não significativo; * - estatisticamente significativo. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey 5% (P<0,05).

Resultados distintos foram descritos por SALDANHA et al. (2009) que em pesquisa com poedeiras de segundo ciclo em delineamento semelhante não observaram qualquer diferença significativa no conteúdo de proteína, percentual e composição mineral da gema de ovos produzidos por poedeiras alimentadas com diferentes níveis de inclusão de minerais orgânicos e o tratamento controle.

Embora tenha havido diminuição significativa no percentual de proteína bruta de albúmen e gema de ovos produzidos por aves alimentadas com diferentes níveis de inclusão de minerais orgânicos, esta redução não foi acentuada. O percentual de matéria mineral foi igual ou significativamente maior em albúmen e gemas de ovos produzidos por aves alimentadas com minerais orgânicos. Mesmo quando o nível de inclusão de MO foi 70%, o percentual de matéria mineral destes componentes dos ovos foi superior ao dos ovos de aves alimentadas com MI, fato que indica maior biodisponibilidade dos microminerais de fonte orgânica em relação à fonte inorgânica.

O percentual de matéria mineral entre casca de ovos de aves que consumiram dietas com 100% de MI e 100% de MO ficaram menores que as cascas de ovos de poedeiras alimentadas com as demais dietas experimentais (Tabela 7). O mesmo comportamento foi observado no percentual de cálcio, os tratamentos C (90% MO), D (80% MO) e E (70% MO) apresentaram maior percentual de cálcio que os tratamentos A e B. No entanto, o percentual de fósforo foi maior nos tratamentos A (100% MI) e B (100% MO).

Tabela 7 - Matéria mineral(MM), cálcio (Ca), fósforo (P), número de poros por centímetro quadrado (poros/cm²) e espessura em milímetros (mm) de casca ovos de poedeiras em segundo ciclo de produção alimentadas com dietas contendo minerais inorgânicos (MI) e diferentes níveis de inclusão de minerais orgânicos (MO) (Cu, Fe, Mn e Zn).

TMT		MM (%)	Ca (%)	P (%)	Poros	Espessura	
A	MI	100%	94,34 ^c	43,49 ^b	0,52 ^a	127,23 ^a	0,368 ^b
B		100%	94,56 ^c	43,49 ^b	0,51 ^{ab}	120,37 ^c	0,371 ^a
C	MO	90%	95,14 ^{ab}	45,49 ^a	0,49 ^{bc}	122,97 ^b	0,368 ^b
D		80%	95,30 ^a	45,29 ^a	0,48 ^c	122,90 ^b	0,367 ^b
E		70%	95,35 ^a	46,65 ^a	0,50 ^{abc}	123,00 ^b	0,367 ^b
CV (%)			0,38	0,67	2,63	1,19	0,78
P valor			0,0004 [*]	<0,0001 [*]	0,0036 ^{ns}	<0,0001 [*]	<0,0000 [*]

TMT – Tratamento; CV – Coeficiente de Variação; ns – não significativo; * - estatisticamente significativo. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey 5% (P<0,05).

A casca é a embalagem natural dos ovos, é a primeira barreira contra injúrias físicas e invasão de microorganismos. Ela é composta por 10% de umidade e 90% de matéria mineral dos quais 98% são de cálcio em forma de calcita. Fósforo e magnésio são encontrados em pequenas quantidades e ainda estão presentes traços de potássio, zinco, manganês e cobre (MATEOS, 1991). DEPONTI (2000) em análises de casca de ovos encontrou 91,19% de matéria mineral, sendo 47,23% de cálcio e 0,87% de fósforo. A relação cálcio:fósforo na casca é de aproximadamente 100:1. Apesar de conter pouco fósforo, este mineral desempenha importante papel na formação da casca dos ovos (AHMAD & BALANDER, 2003). A maior parte do cálcio é armazenada nos ossos como fosfato de cálcio, portanto a síntese óssea requer fósforo dietético. Quando o cálcio é requerido para a formação da casca de ovos parte do fósforo é excretada (HARMS, 1982ab).

As cascas de ovos produzidos por aves alimentadas com microminerais orgânicos apresentaram menor quantidade de poros quando comparadas com cascas de ovos oriundos de poedeiras que consumiram estes nutrientes de fonte inorgânica. Em relação à espessura da casca, ovos de casca mais espessa foram observados no tratamento B (100% MO), sendo que este tratamento proporcionou casca de ovos com menor quantidade de poros. As aves dos demais tratamentos produziram casca de ovos com espessura estatisticamente igual aos ovos do tratamento controle.

No presente trabalho, a inclusão de minerais foi efetuada tendo por base os

níveis comumente aplicados nas granjas comerciais. De acordo com BERTECHINI (2003) a inclusão de minerais nas rações de poedeiras aplicados atualmente são superiores aos níveis exigidos. Para FERNANDES et al. (2008) essa conduta dificulta a detecção de quaisquer benefícios adicionais da suplementação de minerais traços, independente da apresentação na forma orgânica ou inorgânica. De acordo com estes autores, diferentes resultados encontrados na literatura podem ser atribuídos à variedade de moléculas orgânicas disponíveis no mercado e aos procedimentos específicos empregados no processo de quelação, resultando em produtos com diferentes biodisponibilidade, estabilidade e metabolização.

Sabendo que a inclusão de minerais inorgânicos na dieta de poedeiras comerciais é realizada em nível superior às exigências das poedeiras e considerando que os maiores níveis de inclusão de minerais do presente trabalho foram efetuadas tendo por base esses valores, pode se inferir que o excesso de inclusão desses nutrientes pode ter provocado interações ou antagonismo entre si e outros compostos, uma vez que os maiores níveis de inclusão tanto de minerais orgânicos quanto de inorgânicos proporcionou casca de ovos com menor conteúdo de matéria mineral em relação aos tratamentos com menores níveis de inclusão.

Considerando a qualidade de ovos com enfoque para o consumo do alimento ovo, é mais interessante que a casca tenha menor porosidade, já que em ovos com casca íntegra, os poros são a única comunicação entre o interior dos ovos e o ambiente (BARBOSA FILHO, 2004). Partindo da premissa de que ovos oriundos de tratamentos com diferentes níveis de inclusão proporcionaram casca com menor quantidade de poros, mesmo quando a espessura foi semelhante ao tratamento controle, sob o ponto de vista de ovos destinados ao consumo, essas cascas apresentaram melhor qualidade.

SISKE et al. (2000) relataram aumento na espessura da casca de ovos de poedeiras quando 50% dos minerais inorgânicos foram substituídos por fonte orgânica. No entanto, SALDANHA et al. (2009), ALBUQUERQUE (2004), SECHINATO (2006) e MABE et al. (2003), que utilizaram dietas para poedeiras com minerais orgânicos isolados ou associados em substituição total ou parcial a fonte inorgânica, não observaram qualquer efeito sobre a qualidade externa dos ovos.

SWIATKIEWICZ & KORELESKI (2008) também não observaram qualquer influência dos minerais zinco e manganês de fonte orgânica sobre o percentual e espessura de casca, mas concluíram que a utilização desses minerais foi benéfica em atenuar o efeito da idade das aves sobre a resistência a quebra da casca dos ovos. Assim como XAVIER et al. (2004), que concluíram ser vantajosa à inclusão de selênio, manganês, e zinco como complexo orgânico para poedeiras em segundo ciclo de postura, pois houve melhora na qualidade de ovos. MACIEL et al. (2010) observaram maior peso de ovos, gravidade específica e menor percentual de perda de ovos quando as poedeiras foram suplementadas com 50% dos minerais zinco, manganês e cobre na forma orgânica.

Os microminerais são capazes de afetar a qualidade da casca por serem componentes essenciais de enzimas que apresentam propriedades catalíticas envolvidas na síntese de membranas e casca do ovo ou pela interação direta com cristais de cálcio durante o processo de formação da casca (FERNANDES et al, 2008). MABE et al. (2003) sugeriram que a suplementação de poedeiras com minerais traços pode influenciar diretamente a formação do carbonato de cálcio e conseqüentemente a textura da casca. Para esses autores os microminerais promovem fusão precoce durante a fase inicial da formação da casca o que conseqüentemente melhora sua resistência mecânica independentemente de sua espessura.

Casca com espessura adequada protege de maneira mais eficiente os ovos até sua chegada ao consumidor final. Ovos com percentuais de casca acima de 10% e espessura superior a 0,330 mm são mais resistentes a danos físicos o que contribui para a preservação da qualidade interna, pois casca mais espessa dificulta a perda de CO₂ e água para o ambiente, concorrendo para manutenção do pH interno dos ovos (SOLOMON, 1991; STALDEMAN & COTTERIL, 1995).

Para GHEISARI et al. (2011) parte dos resultados contraditórios encontrados na literatura é devido a fatores como diferentes idades das aves utilizadas nas pesquisas, composição da dieta, concentração de micro elementos da dieta basal, substituição relativa e fonte orgânica de mineral. Esses autores realizaram pesquisa com poedeiras de 38 a 56 semanas de idade suplementadas com fontes orgânicas de zinco, manganês e cobre em dosagens de 50% a 75% menor que as

recomendações do NRC (National Research Council) e concluíram que esses níveis de inclusão foram suficientes para melhorar a qualidade de casca e albúmen dos ovos.

No presente trabalho a utilização de minerais na forma orgânica não comprometeu os parâmetros de qualidade externa dos ovos, mesmo quando seu nível de inclusão foi de 70%. Fato este que indica maior disponibilidade quelatos em relação à fonte inorgânica. A adoção de níveis menores desses nutrientes a dieta das aves é benéfica no ciclo produtivo, uma vez que pode proporcionar diminuição nos desperdícios por excesso e possível redução na eliminação através das excretas minimizando o impacto ao meio ambiente.

CONCLUSÃO

Para a qualidade interna dos ovos, a inclusão de minerais de fonte orgânica a dieta de poedeiras em segundo ciclo de postura proporcionou aumento da matéria mineral dos ovos, embora tenha havido redução nos níveis de proteína. Para qualidade externa, a substituição por microminerais orgânicos resultou em melhoria na qualidade de casca, expressa pela maior espessura de casca associado a menor quantidade de poros por centímetro quadrado de casca, quando 100% MO foram incluídos a dieta das poedeiras. E maior percentual de matéria mineral e cálcio aliado a menor quantidade de poros por centímetro quadrado nos demais níveis de inclusão de minerais orgânicos. Fato que permite concluir que está fonte mineral é mais biodisponível que a fonte inorgânica comumente utilizada.

REFERÊNCIAS

AHMAD, H.A.; BALANDER, R.J. Alternative feeding regimen of calcium source and phosphorus level for better eggshell quality in commercial layers. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v.12, p. 509-514, 2003.

ALBUQUERQUE, R. **Produção e qualidade da casca de ovos de galinhas poedeiras recebendo microminerais orgânicos em sua dieta**. Tese (Livre-Docência). Pirassununga (SP): Universidade de São Paulo; 2004.

ANDREWS, N.C. Disorders of iron metabolism. **The New England Journal of Medicine**, v. 341, n. 26, p. 1986-1995, Dec. 1999.

BARBOSA FILHO, J.A.D. **Avaliação do bem estar de poedeiras em diferentes sistemas de produção e condições ambientais, utilizando análise de imagens**. Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo, Piracicaba, Agronomia, Área física do ambiente agrícola, 2004, 140f.

BERTECHINI, A.G. Mitos e verdades sobre o ovo e consumo. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2003; Santos, **Anais...** São Paulo: 2003, p.19-26.

BRANDALIZE, V.H. A influência da nutrição da matriz sobre a performance do frango de corte. In: ENCONTRO TÉCNICO EM CIÊNCIAS AVIÁRIAS, 5. 2001, Uberlândia, **Anais...**, Uberlândia: UFU, 2001, v. 1, p. 46-71.

CARVALHO, F.B.; STRINGHINI, J.H.; JARDIM FILHO, R.M.; LEANDRO, N.S.M.; CAFÉ, M.B; BORGES DE DEUS, H.A.S. Qualidade interna e da casca para ovos de poedeiras comerciais de diferentes linhagens e idades. **Ciência Animal Brasileira**, Jaboticabal, v.8, p.25-29, jan./mar. 2007.

COELHO DE SOUZA, A.V. Ácidos graxos da gema do ovo. Artigo Técnico, **Poli**

Nutri Alimentos, outubro de 2007, 15 f.

DEPONTI, B.J. **Qualidade da casca de ovo de galinhas matrizes Lohmann LSL. Relação entre porosidade, gravidade específica e espessura da casca em diferentes idades.** 2000, 25 f. Monografia (Graduação) – UFU-MG, Uberlândia, 2000.

DOBRZANSKI, Z.; KORCZYNSKI, M; CHOJNACKA, K; GÓRECKI, H.; OPALINSKI, S. influence of organic of copper, manganese and iron on bioaccumulation of these metals and zinc in laying hens. **Journal Elementol**, Wroclaw, v. 13, n. 3, p. 309-319, 2008.

DUCSAY, C.A.; BUHI, W.C.; BAZER, F.W.; ROBERTS , R.M.; COMBS, C.E.. Role of uteroferrin in placental iron transport: Effect of maternal iron treatment on fetal iron and uteroferrin content and neonatal hemoglobin. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 59, n. 3, p. 1303-1308, Nov. 1984.

FERNANDES, J.I.M.; MURAKAMI, A.E.; SAKAMOTO, M.I.; SOUZA, L.M.G.; MALAGUIDO, A.; MARTINS, E.N. Effects of organic mineral dietary supplementation on production performance and egg quality of white layers. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Campinas, v.10, n.1, p. 59-65, Jan./Mar. 2008.

GARCIA, E.A. Muda forçada em poedeiras comerciais e codornas. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2004; Santos, **Anais...**, São Paulo, p.45-62.

GHEISARI, A.A.; SANEI A.; SAMIE, A.; GHEISARI, M.M.; TOGHYANI, M. Effect of diets supplemented with different levels of manganese, zinc, and copper from their organic or inorganic sources on egg production and quality characteristics in laying hens. **Biological Trace Element Research**, Isfahan, v. 142, n.3, p. 557-571, Aug. 2011.

HARMS, R. H. The influence of nutrition on eggshell quality. Part II: Phosphorus. **Feedstuffs**, Minnetonka, v. 54, n. 19, p. 25–26, May. 1982a.

HARMS, R. H. The influence of nutrition on eggshell quality. Part III: Electrolyte balance. **Feedstuffs**, Minnetonka, 54, n. 19, p. 27–28, May. 1982b.

MABE, I.C.; RAPP, M.; BAIN, M.; NYS, Y. Supplementation of a corn-soybean meal diet with manganese, copper, and zinc from organic or inorganic sources improves eggshell quality in aged laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, n. 12, p. 1903-1913, Dec. 2003.

MACIEL, M.P.; SARAIVA, E.P.; AGUIAR, E.F; RIBEIRO, P.A.R.; PASSOS, D.P.; SILVA, J.B. Effect of using organic microminerals on performance and external quality of eggs of commercial laying hens at the end of laying. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n.2, p.344-348, Feb. 2010.

MATEOS, G.G. **Fatores que influyem em la calidad el huevo. In: nutrición y alimentación de gallinas ponedoras.** 9. ed. Madrid: Mundi-Prensa, 1991, p. 227-248.

MINE, Y. Recent advances in the understanding of egg white protein functionally. **Trends in Food Science and Technology**, Cambridge, v.6, n.7, p.225-232, Jul. 1995.

NYS, Y.; HINCKE, M. T.; ARIAS, J. L.; GARCIA-RUIZ, J. M.; SOLOMON, S. E. Avian eggshell mineralization. **Poultry and Avian Biology**, London, v. 10, p. 143-166, 1999.

PEEBLES, E.D.; BRAKE, J. Relationship of egg shell to stage of embryonic development in broiler breeders. **Poultry Science**, Champaign, v. 64, n. 12, p. 2388-2391, Dec. 1985.

SALDANHA, E.S.P.B. ; GARCIA, E.A.; PIZZOLANTE, C.C.; FAITTARONE, .B.G.; SECHINATO, A. da; MOLINO, A.B.; LAGANÁ, C. Effect of organic mineral supplementation on the egg quality of semi-heavy layers in their second cycle of lay. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Campinas, v.11, n.4, 241-247, Oc./Dec. 2009.

SAS. SAS/STAT[®] 9.2 **User's Guide**. Version 9.2, Cary, NC: SAS Institute Inc., 2008.

SECHINATO, A.S.; ALBUQUERQUE, R.; NAKADA S. Efeito da suplementação dietética com micro minerais orgânicos na produção de galinhas poedeiras. **Brazilian Journal Veterinary Research Animal Science**, São Paulo, v. 43, p. 159-166, 2006.

SCHEIDELER, S.E. Trace minerals balance in poultry. **World's Poultry Journal, Proceedings** of the "Midwest Poultry Federation Convention", Minnesota, U.S.A., 2008. Disponível em: <<http://www.zootecnicainternational.com/article-archive/nutrition/284-trace-mineral-balance-in-poultry.html>> , Acesso em: 18/02/2012.

SCOTT, M. L.; NESHEIN, M. C.; YOUNG, R. J. **Nutrition of the chicken**. 3ed. New York. 1982, p. 562.

SILVERSIDES, F. G. The Haugh unit correction for egg weight is not adequate for comparing eggs from chickens of different line and ages. **The Journal Applied Poultry Research**, Madison, v. 3, n. 2, p 120- 126, 1994.

SILVERSIDES, F. G.; SCOTT, T. A. Effect of storage and layer age on quality of eggs from two lines of hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, n. 8, p. 1240-1245, Aug. 2001.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL (Brasil). **Compêndio brasileiro de alimentação animal**. São Paulo, SINDERAÇÕES, 2009. (paginação descontínua).

SISKE, V.; ZEMAN, L.; KLECKER, D. The egg shell: A case study in improving quality by altering mineral metabolism. BIOTECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY. OF ALLTECH'S, 16TH, ANNUAL SYMPOSIUM, 2000, Nottingham. **Proceedings....** Nottingham: Nottingham University Press, 2000. p.327.

SOLOMON, S.E. **Egg and eggshell quality**. London: Wolfe Publishing Ltd, 1991. 149p.

SOUZA-SOARES, L.A.; SIEWERDT, F. **Aves e ovos**. Pelotas: Ed. UFPEL, 2005, 138 p.

STADELMAN, W.J.; COTTERILL, O.J. **Egg science and technology**. Food Products Press, New York/London. 1994. 323p.

SWIATKIEWICZ, S.; KORELESKI, J. The effect of zinc and manganese source in the diet for laying hens on eggshell and bones quality. **Veterinarni Medicina**, Praha, v.53, n. 10, p. 555–563, 2008.

UAUY, R.; OLIVARES, M.; GONZALEZ, M. Essentiality of copper in humans. The **American Journal of Clinical Nutrition**, Santiago, 67 (suppl.), p. 952-959, 1998.

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

XAVIER, G.B.; RUTZ, F.; DIONELLO, N.J.L.; DUARTE, A.D.; GONÇALVES, F.M.; ZAUK, N.H.F.; RIBEIRO, C.L.G. Performance of layers fed diets containing organic selenium, zinc and manganese, during a second cycle of production. 2004 In:

ANNUAL SYMPOSIUM ON BIOTECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY. 20.
Lexington. **Proceedings**.... Lexington 2004, p.19.