

ALEXANDRE DA SILVA SECHINATO

**Efeito da suplementação dietética com micro minerais orgânicos
na produção e qualidade de ovos de galinhas poedeiras**

São Paulo
2003

ALEXANDRE DA SILVA SECHINATO

**Efeito da suplementação dietética com micro minerais orgânicos
na produção e qualidade de ovos de galinhas poedeiras**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Clínica Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de mestre em Medicina Veterinária

Departamento:

Nutrição e Produção Animal

Área de concentração:

Nutrição Animal

Orientador:

Prof. Dr. Ricardo de Albuquerque

São Paulo
2003

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

(Biblioteca da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

T.1330
FMVZ

Sechinato, Alexandre da Silva
Efeito da suplementação dietética com micro minerais orgânicos na produção e qualidade de ovos de galinhas poedeiras / Alexandre da Silva Sechinato. – São Paulo : A. S. Sechinato, 2003.
59 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Nutrição e Produção Animal, 2003.

Programa de Pós-graduação: Nutrição Animal.
Área de concentração: Nutrição Animal.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo de Albuquerque.

1. Ovo (qualidade). 2. Micro minerais. 3. Quelato. I. Título.

ERRATA

SECHINATO, A. S. **Efeito da suplementação dietética com micro minerais orgânicos na produção e qualidade de ovos de galinha poedeiras.** [Effects of diet supplementation with organic trace minerals on production and egg quality for laying hens]. 2003. 59 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição Animal). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2003.

Folha	onde se lê	leia-se
Resumo	68 f.	59 f.
Abstract	68 f.	59 f.

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Nome do autor: SECHINATO, Alexandre da Silva

Título: Efeito da suplementação dietética com micro minerais orgânicos na produção e qualidade de ovos de galinhas poedeiras

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Nutrição Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária

Data: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____
Assinatura: _____

Instituição: _____
Julgamento: _____

Prof. Dr. _____
Assinatura: _____

Instituição: _____
Julgamento: _____

Prof. Dr. _____
Assinatura: _____

Instituição: _____
Julgamento: _____

Dedico essa dissertação aos meus pais que sempre me apoiaram em minhas decisões.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Ricardo de Albuquerque, pelo apoio nesse trabalho e pelo conselhos e abertura de novos horizontes.

A Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo, pelo financiamento desse projeto.

Ao Prof. César pelo auxílio com a análise estatística do experimento.

A Tortuga Cia. Zootécnica e Agrária, pelo fornecimento de material para realização do experimento e pelos conhecimentos sobre o assunto estudado.

A Cargill, pelo fornecimento de matéria prima para a fabricação das rações experimentais, em especial ao Doutor Dorivaldo Rodrigues Jr.

Aos meus pais José e Francisca, e a meus irmãos Marcelo e Mariana que sempre acreditaram nas minhas idéias e decisões.

A Cecília pelo amor e carinho e sobre tudo pela paciência e força nos momentos mais difíceis.

Aos amigos de pós-graduação (especialmente ao Ygor e ao Alex) pelo momentos alegres que passamos juntos, e pela ajuda nessa caminhada.

Não poderia aqui esquecer de agradecer a grande ajuda dos funcionários do aviário experimental (Edinho, China e Cláudio) que muito ajudaram durante o período de experimento.

Ao doutor Nakada pela oportunidade do começo de uma nova etapa, e pelos ensinamentos que vem me passando, e sobretudo pelos questionamentos que levam a formação de novas idéias.

Aos meus amigos nos quais sempre confiei e que sempre estarão junto comigo. Enfim gostaria de agradecer a todos que de qualquer forma me ajudaram na confecção desse trabalho, principalmente a Deus por iluminar meus caminhos a todo o momento.

RESUMO

SECHINATO, A. S. **Efeito da suplementação dietética com micro minerais orgânicos na produção e qualidade de ovos de galinhas poedeiras.** [Effects of diet supplementation with organic trace minerals on production and egg quality for laying hens]. 2003. 68 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2003.

Um experimento foi realizado para avaliar o efeito da suplementação dietética de fontes orgânicas de micro minerais na produção e qualidade interna e externa de galinhas poedeiras. Foram utilizados 8 tratamentos: um tratamento com todos os minerais na forma inorgânica, um tratamento com todos os minerais na forma orgânica e mais 6 tratamentos com apenas um dos minerais na forma orgânica. Os minerais testados foram: zinco, manganês, iodo, selênio, cobre e ferro. As dietas experimentais foram à base de milho e farelo de soja, foram utilizadas 672 aves da linhagem babcock B 300, o período de experimentação foi de 48 a 60 semanas de idade. Foram avaliados os seguintes parâmetros de produção: Consumo de ração, Produção de ovos, Peso de Ovos, Massa de ovos, Conversão Alimentar. Também foram avaliados parâmetros que qualidade do ovo: Gravidade específica, unidade Haugh, porcentagem de casca. Os dados foram analisado em ciclo de postura de 28 dias. Os resultados para a primeira análise de qualidade dos ovos demonstraram uma piora na unidade haugh para o tratamento contendo ferro orgânico ($p < 0,05$) e uma piora na porcentagem de casca para os tratamentos com o zinco e com o cobre orgânico ($p < 0,05$), quando comparado com o tratamento totalmente inorgânico. Para as demais análises não foram observadas diferenças estatísticas. Os resultados para a produção de ovos não foram diferentes para os três períodos, com exceção da massa de ovos que foi menor para o tratamento com o ferro orgânico para o terceiro ciclo de postura ($p < 0,05$). Os resultados do experimento sugerem que a suplementação com minerais orgânicos não alteram a qualidade e a produção de ovos de galinha entre 48 e 60 semanas de idade, quando comparado com a suplementação inorgânica dos mesmos.

Palavras chaves: Ovo(qualidade), Micro Minerais, Quelato

ABSTRACT

SECHINATO, A. S. **Effects of diet supplementation with organic trace minerals on production and egg quality for laying hens.** [Efeito da suplementação dietética com micro minerais orgânicos na produção e qualidade de ovos de galinhas poedeiras]. 2003. 68 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2003.

A experiment was conducted to study the effect of organic trace mineral sources supplementation on egg production and quality for laying hens. It were used 8 treatments: one treatment with every trace minerals on inorganic form, one treatment with all minerals on organic form and 6 treatments where only one mineral were organic. The trace minerals were: zinc, manganese, iodine, selenium, copper and iron. Corn and soybean meal diets were used. 672 babcock B300 laying hens with 48 week were used. The production parameters analyzed were: Feed intake, egg production, egg weight, egg mass and feed conversion. The parameters of egg quality analyzed were: specific gravity, haugh unit and eggshell percent. Data were summarized for 3 periods of 28 days and analyzed by SAS. The results for first analyzes of egg quality showed a decrease in Haugh unit for the treatment with organic iron ($p < 0,05$) and a decrease on eggshell percent for the chelates zinc and copper ($p < 0,05$), when this results were compared with the inorganic mineral supplementation. For the other parameters weren't showed statistic differences. The results for egg production weren't different for the tree periods, except for egg mass that was decrease to organic iron treatment in the last period ($p < 0,05$). The experiment results suggest that the supplementation with organic minerals didn't improve the egg production and quality for laying between 48 – 60 weeks of age, when its were compared with inorganic mineral supplementation.

Key words: Egg (quality), Trace mineral, Chelated

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição da ração basal (utilizada para a preparação de todas as dietas experimentais).....	30
Tabela 2 – Requerimentos de micro minerais em miligramas por quilo de dieta segundo o NRC – 1994.....	31
Tabela 3 - Níveis dos micro minerais testados por quilo de premix mineral.....	31
Tabela 4 - Níveis das matérias primas por quilo do premix com os microminerais totalmente inorgânico.....	32
Tabela 5 - Níveis das matérias primas por quilo do premix com manganês orgânico.....	32
Tabela 6 - Níveis das matérias primas por quilo do premix com o zinco orgânico.....	33
Tabela 7 - Níveis das matérias primas por quilo do premix com o iodo orgânico.....	33
Tabela 8 - Níveis das matérias primas por quilo do premix com o selênio orgânico.....	34
Tabela 9 - Níveis das matérias primas por quilo do premix com o cobre orgânico.....	34
Tabela 10 - Níveis das matérias primas por quilo do premix com o ferro orgânico.....	35
Tabela 11 - Níveis das matérias primas por quilo do premix totalmente orgânico.....	35
Tabela 12 - Resultados qualidade de Ovo com 52 semanas de idade.....	42
Tabela 13 - Resultados qualidade de Ovo com 56 semanas de idade.....	43
Tabela 14 - Resultados qualidade de Ovo com 60 semanas de idade.....	44
Tabela 15 - Peso médio ovos (g).....	47
Tabela 16 - Resultados de massa de ovos em g/ave alojada/dia.....	48
Tabela 17 - Resultados de porcentagem de postura (%).....	49
Tabela 18 - Resultados para conversão alimentar (kg/dzovos).....	50
Tabela 19 - Médias dos resultados de Consumo de ração (g/ave dia).....	51

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1 IMPORTÂNCIA DOS MINERAIS NA NUTRIÇÃO DE POEDEIRAS.....	13
2.1.1 Ferro.....	13
2.1.2 Cobre.....	15
2.1.3 Selênio.....	16
2.1.4 Iodo.....	17
2.1.5 Zinco.....	19
2.1.6 Manganês.....	20
2.2 DEFINIÇÕES DE MINERAIS ORGÂNICOS.....	21
2.3 BIODISPONIBILIDADE.....	23
2.4 TRABALHOS COM POEDEIRAS.....	25
3 MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1 LOCAL E EXECUÇÃO.....	28
3.2 ANIMAIS E TRATAMENTOS.....	28
3.3 CARACTERÍSTICAS A SEREM AVALIADAS.....	36
3.3.1 Características Quantitativas	36
3.3.1.1 Consumo de ração.....	36
3.3.1.2 Produção de ovos.....	37
3.3.1.3 Peso de Ovos.....	37
3.3.1.3 Massa de ovos.....	37
3.3.1.2 Conversão Alimentar.....	38
3.3.2 Características Qualitativas	38
3.3.2.1 Gravidade Específica.....	38
3.3.2.2 Unidade Haugh.....	39
3.3.2.3 Percentagem de Casca.....	40
4 ANÁLISE ESTATÍSTICA	41
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
5.1 QUALIDADE DE OVO.....	42
5.2 PARÂMETROS DE PRODUÇÃO.....	47
5.2.1 Peso médio dos ovos.....	47

5.2.2 Massa de ovos.....	48
5.2.3 Porcentagem de postura.....	49
5.2.4 Conversão alimentar.....	50
5.2.5 Consumo de ração.....	51
6 CONCLUSÃO.....	54
REFERÊNCIAS	56

1 INTRODUÇÃO

Na avicultura de postura ocorrem atualmente grandes perdas devido ao mau processamento ou má qualidade do produto, o ovo. Segundo Roland (1988) perdas de até 15% podem ser totalizadas desde a produção até o consumidor final devido a má qualidade da casca do ovo, pois ocorrem quebras ou trincas, que impossibilitam sua comercialização. Muitos dos problemas de qualidade de casca ou mesmo da qualidade interna do ovo estão relacionados com a nutrição que as aves recebem, portanto existe a necessidade de uma boa nutrição para se otimizar a produção e a qualidade dos ovos.

Para se obter uma nutrição adequada é necessário que o animal receba quantidades adequadas de nutrientes os quais podem ser divididos em: Proteína, Carbohidratos, Lipídeos, Vitaminas e Minerais. Os minerais são considerados de grande importância na alimentação das aves, pois participam de todos os processos bioquímicos corporais, dentre esses processos podemos destacar a importância dos minerais na formação da casca do ovo e também na melhora da sua qualidade interna.

Bondi (1987) separa os minerais em dois grupos, os macrominerais cujas necessidades no organismo são superiores a 70 mg/kg de peso vivo do animal; e os microminerais ou elementos traços cujo requerimento não é superior a 70 mg/kg de peso vivo.

Mabe (2001) diz que a baixa absorção de microminerais, que pode causar uma piora na qualidade da casca do ovo esta relacionada com a formação de complexos com outras substâncias no trato digestivo da ave que reduz a solubilidade desses elementos, esse fato justifica o interesse crescente em explorar fatores que aumentam a absorção ou metabolização dos elementos traços. Fontes orgânicas ou quelatos dos minerais tem sido utilizadas devido a sua perspectiva de serem mais biodisponíveis.

Outro importante aspecto para o uso de minerais quelatados e que ele pode reduzir a poluição ambiental, principalmente em casos onde os minerais são usados em níveis mais altos, como acontece com o cobre que pode ser usado como promotor de crescimento em suínos e aves. O uso de 62,5 ppm de cobre na forma de complexos de polissacarídeo possui o mesmo efeito de uma suplementação de 200 ppm de sulfato de cobre em rações de aves e suínos (PAIK, 2001).

Clydesdale (1998) afirma que um ligante forma um composto solúvel com o mineral sendo com isso melhor absorvido pela mucosa intestinal. Segundo Spears (1996) o ligante pode formar um complexo estável no trato gastrointestinal, evitando com isso que o mineral forme complexos insolúveis dificultando a sua absorção.

Segundo Malleto (1997), durante a ação de fatores estressantes, seja de forma aguda ou crônica, vários minerais são mobilizados e posteriormente são excretados em maior quantidade. Estes minerais suplementados na forma orgânica mostraram ter um efeito tamponante sobre o stress.

Leeson e Summers (1997) afirmam que uma absorção 50% maior dos minerais orgânicos poderia ser compensada com um aumento no nível dos minerais inorgânicos na dieta, mas que isso não é possível, pois ocorre efeito negativo de um mineral em alta dose na absorção de um outro mineral. Um exemplo disso ocorre com o sulfato de manganês cuja biodisponibilidade é baixa, quando se aumenta o nível na dieta esse problema é solucionado, mas isso causará um efeito adverso na utilização do fósforo, cálcio e ferro.

A literatura ainda é muito controversa a respeito do uso dos minerais quelatados, não se pode afirmar que a suplementação com essas formas orgânicas trazem benefícios à qualidade e produção de ovos, portanto estudos devem ser realizados com o intuito de avaliar a resposta das aves aos minerais quelatados em relação aos minerais inorgânicos, bem como

estudos que avaliem a estabilidade da molécula do quelato no trato digestivo das aves e a sua biodisponibilidade.

Esse trabalho teve por objetivo avaliar índices de qualidade e produtividade de ovos quando as galinhas poedeiras eram suplementadas com fontes orgânicas e inorgânicas de zinco, cobre, manganês, selênio, ferro.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O material de revisão foi dividido em tópicos para melhor compreensão dos assuntos. Os assuntos considerados de importância para o entendimento do trabalho estão apontados descritos a seguir.

2.1 IMPORTÂNCIA DOS MINERAIS NA NUTRIÇÃO DE POEDEIRAS

Esse capítulo trata da revisão de cada mineral estudado no projeto tendo o intuito de esclarecer algumas dúvidas sobre os minerais e suas funções no organismo das aves.

2.1.1 - Ferro

Segundo Underwood (1999) o ferro foi relacionado com distúrbios no sangue já no século XVI, mas as bases fisiológicas dessa relação foi proposta em 1886 por Zinoffsky que demonstrou que a hemoglobina possuía 0,335% de ferro.

Uma das principais funções relacionadas com o ferro é a formação de um quelato na forma de porfirina com a globina, a hemoglobina, que é responsável pelo transporte de oxigênio para os tecidos (MAYNARD, 1984).

Leeson e Summers (2001) afirmam que o ferro é essencial para o metabolismo celular, um exemplo é a mioglobina que é necessária para o funcionamento muscular incluindo o músculo cardíaco, o qual possui prioridade no aporte de suplemento de ferro diário, e que no organismo o ferro representa cerca de 0,005% do peso corporal sendo que 57% deste se encontra na forma de hemoglobina e 7% na forma de mioglobina.

Segundo Underwood (1999) nos monogástricos a absorção é afetada por: idade e status de ferro no organismo, condições do trato gastro intestinal, particularmente do duodeno que é o principal sítio de absorção; quantidade e forma química do ferro ingerido e quantidade e proporção de outros minerais e compostos na dieta, os quais podem interagir com o ferro. A absorção de ferro nos monogástricos é afetada pela presença de outros metais divalentes na dieta, tais como: cobre, manganês, cobalto, cádmio, os quais podem competir pelo sítio de absorção do ferro.

Segundo Torres (1969) o ferro é absorvido através de uma combinação com uma proteína transportadora na célula intestinal, o ferro se liga a apoferritina para formar a ferritina.

Segundo Leeson e Summers (2001), a ferritina é uma das formas de armazenamento do ferro no estado cristalizado e pode conter 23% de ferro.

Em condições fisiológicas normais a excreção de ferro é mínima, sendo a maioria do ferro contido nas fezes proveniente do ferro não absorvido da dieta.

Cao (1996), afirma que as galinhas poedeiras possuem uma maior necessidade de ferro na dieta, pois cada ovo possui cerca de 1,5 mg de ferro, o que representa 25% das reservas disponíveis no fígado.

2.1.2 Cobre

Segundo Leeson e Summers (2001) o interesse pelo cobre na nutrição animal aumentou a partir de 1930 quando foi demonstrado que certas doenças de ovelhas e bovinos era causada por deficiências de cobre.

O cobre é um componente de proteínas sanguíneas como a eritrocupreina encontrada nos eritrócitos e é importante no metabolismo do oxigênio. O cobre possui papel em muitos sistemas enzimáticos, como o citocromo oxidase e também pode ser encontrado em alguns pigmentos. O cobre também é importante para formação normal dos ossos especialmente a formação de cartilagem. (LEESON; SUMMERS, 2001).

Maynard (1984) ressalta que o cobre é parte integrante de muitas metalo-enzimas como: citocromo – c – oxidase, uricase, tirosinase, lisiloxidase, benzilamina oxidase e diamina oxidase. Já Underwood (1999), afirma que o cobre só é superado pelo zinco no número de enzimas que ele ativa.

Ocorrem interações do cobre com outros minerais durante a absorção principalmente com o zinco. A absorção de cobre depende de um transportador, mas o zinco tem alta afinidade por esse transportador, portanto altos níveis de zinco na dieta podem causar deficiência de cobre devido a sua baixa absorção. O molibdênio é outro mineral que compete com o cobre, e quando há grande ingestão de molibdênio há necessidade de maior suplementação de cobre. (LEESON; SUMMERS, 2001)

A transferência do cobre absorvido para o sistema porta é facilitado por uma ligação com a albumina, no fígado o cobre sofre dois processo, um envolvendo uma ligação com a glutathione e depois ocorrendo uma ligação com a metalotionina que então é dividida entre a secreção biliar, síntese de ceruloplasmina (a maior proteína transportadora) e estocagem (UNDERWOOD, 1999).

O cobre é essencial para reprodução, desenvolvimento ósseo, crescimento, desenvolvimento do tecido conectivo e pigmentação de pele (UNDERWOOD, 1999).

Segundo Underwood (1981) as deficiências de cobre podem causar: anemia, desordem ósseas, ataxia neonatal em ovelhas, desordem cardiovascular, despigmentação de penas e infertilidade.

2.1.3 Selênio

Por muitos anos o interesse biológico no selênio permaneceu no seu efeito tóxico nos animais, em 1937 com a descoberta que o selênio era responsável pela doença alcalina que ocorria em certas regiões dos Estados Unidos, houve um interesse maior em pesquisar o selênio nos solos, nas plantas e nos tecidos animais (UNDERWOOD, 1999).

Somente na década de 1950 o selênio foi descoberto como um nutriente essencial para os animais (LEESON; SUMMERS, 2001).

Trabalhos publicados em 1957 por Schwarz, Foltz e Patterson mostraram que o selênio prevenia a diátese exudativa em frangos (UNDERWOOD, 1981).

O selênio pode ser encontrado com frequência em associação com enxofre em compostos orgânicos e inorgânicos devido a suas propriedades similares ao enxofre e telúrio. As formas comuns do selênio são: ácido selênico, ácido selenoso, selenatos e selenitos. Algumas plantas e microrganismos têm mostrado habilidade em reajustar o enxofre na cisteína e metionina com o selênio, produzindo selenocisteína e selenometionina (LEESON; SUMMERS, 2001).

O selênio na forma orgânica de selenometionina é absorvido pelo trato digestivo através de mecanismo ativo semelhante ao da absorção de metionina, enquanto o selênio

inorgânico e o selenocisteína não são ativamente transportados (LEESON; SUMMERS, 2001).

O seleniometionina é rapidamente absorvido e retido no organismo, mas ele é vagarosamente convertido em seleniocisteína a qual é necessária para a síntese de proteínas funcionais (UNDERWOOD, 1999).

Uma das principais funções do selênio é a participação do elemento na enzima glutathione peroxidase que oxida a glutathione e destrói peróxidos, isso previne o ataque por peróxidos aos ácidos graxos polinsaturados presentes nas membranas lipídicas. O selênio age como economizador de vitamina E, pois o selênio preserva a integridade do pâncreas que participa da digestão de lipídeos contribuindo para a absorção de vitamina E, e a glutathione peroxidase pela sua função reduz o requerimento de vitamina E, o selênio também ajuda na retenção da vitamina E no plasma. (LEESON; SUMMERS, 2001).

Davis e Fear (1996) mostraram a importância do selênio na produção de ovos, uma vez que ocorre uma relação linear entre o selênio da dieta e o selênio presente nos ovos.

2.1.4 Iodo

Segundo Underwood (1999) no início do século 19 foi observado uma relação inversa entre a incidência de bócio com a concentração de iodo nos solo alimentos e água em regiões da Europa; foi descoberto a partir disso que o iodo podia ser usado com sucesso no tratamento do bócio.

Torres (1969) afirma que o iodo é necessário em pequena quantidade no organismo, mas é fundamental para o funcionamento da glândula tireóide.

Mais da metade do iodo no organismo está na glândula tireóide e as necessidades de iodo do organismo estão em relação do funcionamento dessa glândula (MAYNARD, 1984).

O iodo assim como os outros elementos aniônicos são bem absorvidos pelo trato gastrointestinal, o iodo absorvido é transportado pela corrente sanguínea ligado a proteínas plasmáticas, sendo que 90% do iodo que passa pela glândula tireóide é retido no órgão. Aproximadamente 80% do iodo do organismo pode ser encontrado na tireóide. (UNDERWOOD, 1999).

Torres (1969) destaca a importância do iodo na alimentação das poedeiras, pois foi observado que galinhas que possuíam tireóide mais desenvolvida apresentavam maior percentual de postura.

A principal função do iodo no organismo é a produção de dois hormônios da tireóide, o triiodotironina e o tetraiodotironina (tiroxina). O iodo ingerido é absorvido no trato gastrointestinal, principalmente no intestino, o iodo absorvido na forma de iodo livre ou iodato sofre redução para iodeto (LEESON; SUMMERS, 2001).

As principais funções dos hormônios da tireóide são: controle da taxa de metabolismo energético; influencia o desenvolvimento físico bem como mental, faz a maturação e a diferenciação de tecidos, afeta outras glândulas endócrinas, especialmente a hipófise e as gônadas; influencia o funcionamento neuromuscular; afeta a dinâmica circulatória; influencia a taxa de empenamento e o metabolismo de nutrientes incluindo minerais e água (LEESON; SUMMERS, 2001).

Underwood (1981) afirma que em média o ovo possui 4-10 μg de iodo, sendo que a maior parte desse iodo está na gema, mas essa quantidade pode aumentar com o aumento do iodo na dieta, essa habilidade das poedeiras em ajustar a quantidade de iodo no ovo em função da dieta dificulta relacionar os requerimentos de iodo para aves de postura e suas taxas de produção de ovo.

Mas Leeson e Summers (2001) ressaltam que altos níveis de iodo podem reduzir a produção de ovos.

2.1.5 Zinco

A importância do zinco como nutriente foi demonstrada em 1934 por Todd, que estudou a necessidade de zinco para o crescimento e sanidade de ratos e camundongos. Em 1940, Kelin e Mann isolaram e purificaram a anidrase carbônica que catalisa a quebra do ácido carbônico em CO_2 e H_2O e mostraram que essa enzima continha 0,33% de zinco. A anidrase carbônica também atua na calcificação dos ossos e na formação da casca do ovo. Altas concentrações dessa enzima foram encontradas na glândula da casca do ovidulto de galinha de postura (LEESON; SUMMERS, 2001).

Torres (1969) ressalta outras funções importantes do Zn como: fixação do cálcio sob a forma de carbonato de cálcio nos ossos e ovos e ativação de sistemas enzimáticos; mas o excesso de zinco pode diminuir atividade de outras enzimas como citocromo oxidase, catalases e enzimas ferrosas.

A absorção de zinco ocorre principalmente no intestino delgado (COUSINS, 1985).

O órgão envolvido na regulação homeostática do Zn é o trato gastro intestinal, a excreção endógena é um mecanismo rápido e a absorção é um mecanismo de resposta lenta com capacidade de lidar com maiores intervalos de flutuações no teor de Zn da dieta.

O tecido ósseo parece ser um órgão de reserva de zinco, ele possui a capacidade de acumular o excedente de zinco e libera-lo em condições de deficiência na dieta (EMMENT; BAKER, 1995).

Segundo Ammerman; Baker e Lewis (1995), fatores presentes na dieta podem interagir com o zinco afetando sua biodisponibilidade, esses fatores são agentes quelantes como o fitato e outros íons.

Aminoácidos como a histidina e cisteína e outras substâncias podem agir como facilitadores de absorção aumentando a disponibilidade de Zn (CLYDESDALE, 1988).

Estudos com galinhas de postura na Universidade de Wisconsin mostraram que a produção de ovo diminuía devido a deficiência de zinco (LEESON; SUMMERS, 2001).

2.1.6 Manganês

Quem primeiro demonstrou que o manganês era elemento essencial para nutrição foi Kemmeres e colaboradores em 1931 (LEESON; SUMMERS, 2001).

Underwood (1981) afirma que apesar do manganês ser amplamente distribuído no organismo ele é encontrado em baixas concentrações nas células e tecidos, mas ele é necessário para o desenvolvimento normal dos ossos e para manutenção do funcionamento do processo reprodutivo em machos e fêmeas.

O manganês é responsável pela ativação de várias enzimas, entre elas estão quinases, hidrolases, transferases e descarboxilases (UNDERWOOD, 1981)

O osso é a fonte mais rica em manganês no organismo das aves, com cerca de 3 a 4 $\mu\text{g/g}$ de tecido, seguido pelo fígado com 2 $\mu\text{g/g}$. Interessantemente as glândulas pituitária e pineal são relativamente ricas em manganês (LEESON; SUMMERS, 2001).

A absorção do manganês pelo trato intestinal é pobre, sendo questionável o quanto do Mn presente nos alimentos é disponível para a ave. A absorção e excreção parecem ser dependentes da formação de um quelato natural especialmente com sais biliares. Mudanças marcantes têm sido notadas na distribuição do Mn no organismo com o uso de quelatos artificiais (LEESON; SUMMERS, 2001).

A excreção ocorre principalmente pelas fezes na forma de sais biliares, a taxa de excreção do Mn é afetado pela concentração desse elemento na dieta e parece não ser

influenciado por outros íons da dieta e por mudanças no equilíbrio ácido-básico (LEESON; SUMMERS, 2001).

Uma função específica do Mn na síntese do mucopolissacarídeo da cartilagem foi demonstrada por Leach e Muenster em 1962 (UNDERWOOD, 1981).

O Mn está envolvido na síntese da matriz orgânica da cartilagem epifiseal, o Mn ativa o grupo de enzimas glicosiltransferases que são necessárias para a síntese de sulfato de condroitina, o qual é componente da molécula de proteoglicana que por sua vez é um constituinte extracelular da cartilagem e que contribui para que as zonas de crescimento resistam a cargas compressivas (LEACH, 1986).

Leach e Gross (1983) descreveram defeitos na casca do ovo de galinhas com deficiência de Mn, observaram que o ovo apresentava um menor peso da casca com formato mais circular com áreas translúcidas. A deficiência de Mn também diminuiu a produção de ovos.

O manganês também é necessário para a fosforilação oxidativa na mitocôndria, para síntese de ácido graxos e incorporação de acetato no colesterol (LEESON; SUMMERS, 2001).

Altas ingestões de cálcio e fósforo reduzem a absorção de manganês devido à precipitação de fosfato cálcico no trato intestinal (TORRES, 1969).

2.2 - DEFINIÇÕES DE MINERAIS ORGÂNICOS

Segundo Kratzer e Vohra (1986) o quelato é um complexo metálico onde o metal apresenta mais ligações do que sua valência, e este é ligado a um ligante doador. O complexo possui um átomo de mineral no centro da molécula e um ligante ao seu redor. Quando o

ligante possui mais de um átomo doador o complexo se torna um anel heterocíclico que é o anel quelato.

Os minerais quelatados são definidos por Leeson e Summers (1997) como sendo uma mistura de elementos minerais que são ligados a algum tipo de carreador o qual pode ser um aminoácido ou polissacarídeo que possuem a capacidade de ligar o metal por ligações covalentes através de grupamentos aminos ou oxigênio, formando assim uma estrutura cíclica. Esses minerais normalmente possuem preços mais elevados que os minerais inorgânicos, mas espera-se que ocorra melhora no desempenho, na absorção, ou melhor, utilização de alguma maneira quando comparados com os minerais inorgânicos.

Ensminger e Oldfield (1990) definem quelatos como sendo estruturas cíclicas na quais um elemento mineral é ligado a agentes carreadores ou quelantes através de ligações covalentes, esses quelantes tem o papel de aumentar a absorção e a disponibilidade desse mineral no organismo, além de aumentar a sua estabilidade física reduzindo assim a tendência do micromineral separar-se do alimento.

Kratzer e Vohra (1986) afirmam que o mecanismo pelo qual o agente quelante melhora a utilização do mineral depende da capacidade do ligante sequestrar o mineral ou a sua maior habilidade em competir com outros ligantes no trato gastro intestinal formando complexos solúveis com o mineral. A absorção pode ocorrer de duas formas: o mineral pode ser ligado a borda de escova sendo absorvido pela célula epitelial ou como ocorre na maiorias da vezes o agente quelante é absorvido levando junto a si o metal que ele se ligou.

A Association of American Feed Control Officials - AAFCO (1997) define os compostos minerais ligados a moléculas orgânicas como:

1-) Quelato metal aminoácido – produto resultante da reação de uma sal metálico solúvel com aminoácidos a uma taxa molar de 1:1 até 1:3. O peso molecular médio do

aminoácido hidrolisado deve ser aproximadamente 150 e o peso molecular resultante não pode exceder 800.

2-) Complexo metal aminoácido – produto resultante do complexo entre um metal solúvel com um aminoácido.

3-) Complexo metal com aminoácido específico - produto resultante do complexo entre um metal solúvel com um aminoácido específico.

4-) Metal proteínatos – produto resultante da quelação de um sal solúvel com aminoácidos ou proteínas parcialmente hidrolisada.

5-) Complexo metal polissacarídeo - produto resultante do complexo entre um sal solúvel e uma solução de polissacarídeo declarada como um ingrediente de um complexo metálico específico.

2.3 BIODISPONIBILIDADE

Pimentel; Cook e Greger (1991) não observaram diferença na biodisponibilidade de zinco na forma de zinco metionina quando comparado com forma inorgânica de zinco, entretanto Wedekind (1992) realizando estudo sobre biodisponibilidade de diversas fontes de zinco observou melhora na deposição óssea desse mineral para as aves que haviam recebido o zinco na forma de zinco metionina, concluindo que a biodisponibilidade é maior para forma orgânica do que para forma inorgânica do mineral.

Baker et al. (1991) observou um aumento na biodisponibilidade do cobre para fontes orgânicas desse mineral quando comparado com fontes inorgânicas através de um estudo do total de cobre acumulado no fígado.

Aoyagi e Baker (1993) também demonstraram uma melhor biodisponibilidade do cobre na forma orgânica, principalmente devido à molécula do quelato proteger o mineral

contra interações com outras substâncias como: L cisteína e glutathione reduzida, que são capazes de reduzir a absorção de cobre no intestino.

Aoyagi e Baker (1993) em outro estudo concluíram que a biodisponibilidade aparente do quelato de zinco e cobre foi respectivamente 106 e 120% quando comparado com fonte inorgânica desses minerais, sulfato de cobre e sulfato de zinco.

Du et al. (1996) estudando a utilização do cobre nas formas de cobre proteinato, complexo de cobre-lisina e sulfato de cobre na dieta de ratos em crescimento, concluíram através de interações observadas que os complexos de cobre são absorvidos por processos diferentes das formas inorgânicas, resultando em menor interferência com a absorção de outros minerais.

Poucos estudos foram conduzidos para determinar a biodisponibilidade das fontes orgânicas de ferro para os animais. Spears et.al. (1992) comparando fontes de ferro metionina com fontes inorgânicas concluiu através da concentração de hemoglobina que a biodisponibilidade do ferro orgânico foi de 180 quando comparado com as formas inorgânicas consideradas como 100.

Klecker; Zemar e Gómez (1997) demonstraram melhora na resistência a quebra de ovos provenientes de galinhas que receberam proteinatos de zinco e manganês em substituição a 20 e 40% das formas inorgânicas presentes nas dietas testadas.

Ammerman; Backer e Lewis (1995) compilando dados sobre biodisponibilidade de fontes de manganês apontou que a disponibilidade relativa para o manganês metionina e manganês proteinato foram 120 e 110 respectivamente, quando comparado com o sulfato de manganês.

A biodisponibilidade relativa para as fontes de selênio estudado através da atividade da enzima glutathione peroxidase não demonstrou diferença entre fontes orgânicas e o selenito de sódio (AMMERMAN; BACKER e LEWIS, 1995).

Lee et al. (2001) observaram um aumento na concentração sanguínea de cobre e zinco em suínos jovens e frangos de corte bem como uma diminuição na concentração desse mineral nas fezes quando foram utilizadas fontes quelatadas dos minerais nas rações, concluindo assim que a suplementação com fontes quelatadas são mais biodisponíveis e podem ser suplementadas em menor concentrações nas dietas quando comparadas com suplementação inorgânica.

Uma biodisponibilidade realtiva maior para as fontes orgânicas de cobre também foi observada por Guo et al. (2001), 111 e 109% para cobre lisina, cobre proteinato respectivamente, quando comparados com o sulfato de cobre (100%).

Baker e Halpin (1987) baseados na deposição óssea de manganês, não observaram diferenças na biodisponibilidade relativa de fontes quelatadas e inorgânicas de manganês em frangos de corte alimentados até o 14º dia. Entretanto Henry et al. (1989) observou que fonte orgânica de manganês foi significativamente maior do que as fontes inorgânicas do mesmo (óxido de manganês e sulfato de manganês monohidratado).

Smith et al. (1995) avaliando a biodisponibilidade de várias fontes de manganês em aves com e sem stress calórico observou que a biodisponibilidade do proteinato de manganês foi de 125 e 145% para o tratamento com temperatura ótima e para o tratamento com stress calórico respectivamente, concluindo assim que o quelato pode melhorar a disponibilidade dos minerais quando as aves são submetidas a algum tipo de stress.

2.4 – TRABALHOS COM POEDEIRAS

Poucos trabalhos tem sido realizados para avaliar a eficiência da suplementação micro mineral nas formas orgânicas ou quelatos para galinha de postura em relação as formas inorgânicas.

Abdallah (1994) afirmou que não existe a necessidade de uma suplementação de micro mineral para aves, pois só foram encontradas diferenças estatísticas no parâmetro de peso da casca de ovo em aves suplementadas com manganês em relação às não suplementadas; já em relação aos demais micro minerais não houveram diferenças estatísticas nos parâmetros avaliados em aves com ou sem suplementação.

Segundo Reddy; Dwived e Ashmead (1992) as formas orgânicas dos microelementos ou minerais quelatados aumentam a biodisponibilidade dos minerais em relação as formas inorgânicas o que pode trazer vários benefícios ao animal, tais como: maior taxa de crescimento, maior ganho de peso, maior produção de ovos, melhora na qualidade de carne e ovos, redução da taxa de mortalidade e redução do efeito do stress.

Ammerman; Henry e Lewis (1998) realizaram trabalho avaliando a biodisponibilidade através da deposição de cobre no fígado de galinhas alimentadas durante duas semanas com formas orgânicas e inorgânicas de cobre, onde concluiu que a biodisponibilidade de cobre na forma orgânica (cobre-lisina) foi maior quando comparado com a forma inorgânica (sulfato de cobre). Apgar et al. (1995) trabalhando com suínos concluiu que o acúmulo de cobre no fígado foi maior quando foram utilizadas formas orgânicas (cobre-lisina), sugerindo assim uma maior absorção das formas orgânicas.

Lundeen (2001) citando trabalho que foi realizado na Universidade do Nebraska relata que quando aves de postura em um período de 20^a até a 60^a semana de idade são suplementadas com manganês e zinco quelatados obtêm-se um efeito positivo para melhora da qualidade de casca para os animais suplementados com formas orgânicas dos minerais quando comparados com aqueles que receberam formas inorgânicas. Entretanto Mabe (2001) avaliando a forma orgânica e a forma inorgânica de suplementação de zinco e manganês não encontrou melhora estatística nos parâmetros de qualidade de ovo, concordando assim com Dale e Strong (1998) que também não obtiveram melhora significativa na qualidade de ovo

com a suplementação de zinco e manganês orgânicos, quando comparados com formas inorgânicas, no entanto quando a suplementação dos orgânicos foi retirada e os animais receberam somente fonte inorgânica dos minerais houve uma piora na gravidade específica dos ovos.

Moreng (1992) obteve melhora na resistência a quebra e uma significativa redução dos defeitos de casca quando as aves receberam zinco orgânico, melhora essa que não ocorreu nas aves que receberam a forma inorgânica do produto, porém Balbave (1993) em trabalho semelhante conclui que não houve diferença estatística na forma de suplementação de zinco para galinhas de postura.

Kienholz (1992) utilizando fontes orgânicas de zinco na alimentação de aves com idade avançada, 142 semanas de idade no início do experimento, e sofrendo stress devido ao nível baixo de cálcio na dieta observou melhora na produção e nos parâmetros de qualidade de ovo.

Paik (2001) avaliando o uso de zinco metionina, cobre metionina e manganês metionina, isoladamente ou em combinação observou que houve melhora na produção das aves para o tratamento que recebeu o cobre metionina isolada, e para o que recebeu a combinação dos três minerais, essa melhora não foi observada para o tratamento com o zinco metionina isolado e o tratamento onde houve a combinação do cobre com o zinco orgânico.

Nos parâmetros de qualidade de ovo analisados por Paik (2001) foi encontrado melhora na qualidade da casca para o tratamento que recebeu o zinco na forma quelatada, não foi observada melhora para o tratamento com manganês orgânico, mas a associação de zinco e manganês orgânico apresentou melhora na resistência da casca.

Segundo Paik (2001) houve incremento na quantidade de ferro da gema do ovo para o tratamento recebendo complexo de ferro-metionina, quando comparado com as aves que receberam ferro na forma inorgânica.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais e as metodologias utilizadas nesse trabalho estão descritos nos itens que se seguem.

3.1 LOCAL E EXECUÇÃO

O experimento foi realizado no primeiro semestre de 2003 no setor de avicultura da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, sediado no município de Pirassununga estado de São Paulo. O período experimental foi de 12 semanas que corresponderam ao período de 48 a 60 semanas de idades das aves.

3.2 - ANIMAIS E TRATAMENTOS

Foram utilizadas 672 aves da linhagem Babcock B 300 com 48 semanas de idade na data do alojamento. As aves foram alojadas em gaiolas de arame galvanizado medindo 1,00m X 0,40m X 0,40m com quatro divisões de 0,25m X 0,40m X 0,40m com capacidade para 2 aves cada divisão.

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado constituído de 8 tratamentos com seis repetições de 14 aves totalizando 84 aves por tratamento, os tratamentos foram os seguintes: um grupo controle com micro minerais inorgânicos (manganês, zinco, selênio, iodo, cobre e ferro); um grupo com todos os micro minerais orgânicos e mais 6 grupos onde cada mineral testado no controle foi substituído pela sua forma orgânica (carboquelato amino fosfoquelato) conforme o esquema a seguir:

Tratamento A – Controle – Todos micro minerais na forma inorgânica

Tratamento B – Todos micro minerais sendo o Mn na forma orgânica

Tratamento C – Todos micro minerais sendo o Zn na forma orgânica

Tratamento D – Todos micro minerais sendo o I na forma orgânica

Tratamento E – Todos micro minerais sendo o Se na forma orgânica

Tratamento F – Todos micro minerais sendo o Cu na forma orgânica

Tratamento G – Todos os micro minerais na forma orgânica

Tratamento H – Todos micro minerais sendo o Fe na forma orgânica

As aves receberam no período da 48^a a 60^a semana de idade uma mesma dieta para postura, a base de milho e soja. A dieta base foi formulada de modo a satisfazer as recomendações do National Research Council NRC (1994), e está relacionada na tabela 1.

Os níveis dos minerais utilizados nos tratamentos seguiram as recomendações do NRC 1994, segundo a tabela 2.

Tabela 1 - Composição da ração basal (utilizada para a preparação de todas as dietas experimentais)

INGREDIENTES	%
Milho	57,48
Farelo de Soja	28,31
Óleo vegetal	2,54
Sal	0,34
Calcário 38 %	8,91
Fosfato bicálcico	1,93
Cloreto de Colina 50%	0,05
DL - Metionina 99 %	0,14
Premix Vitamínico (*)	0,10
Premix Mineral (**)	0,20
Total	100,00
ANÁLISE CALCULADA	
Energia Metabolizável, Kcal / kg	2840
Proteína, %	18,00
Metionina, %	0,43
Metionina + Cistina, %	0,73
Cálcio, %	3,95
Fósforo Total, %	0,69
Fósforo Disponível, %	0,46

(*) Premix vitamínico fornece (por kg de dieta): vitamina A, 7000 UI; vitamina D3, 2000 UI; vitamina E, 5 mg; vitamina K, 1,6 mg; tiamina, 0,7 mg; riboflavina, 3 mg; piridoxina, 2,5 mg; vitamina B12, 8 mcg; ácido nicotínico, 20 mg; pantotenato de cálcio, 5 mg; ácido fólico, 0,250 mg; biotina, 0,1mg.

Tabela 2 - Requerimentos de micro minerais em miligramas por quilo de dieta segundo o NRC – 1994

Micro Mineral	Valor
Manganês	30,00
Zinco	50,00
Iodo	0,30
Selênio	0,10
Ferro	45,00
Cobre	6,00

Foram preparados 8 premix minerais sendo que os mesmos apresentavam os mesmos níveis de minerais por quilo de produto e sua inclusão na dieta foi de 2 quilos por tonelada de ração. Os níveis estão apresentados na tabela 3.

Tabela 3 – Níveis dos microminerais testados por quilo de premix mineral
Níveis de Garantia por kg de Todos os Premix Mineral

Manganês	mg	15,008
Zinco	mg	25,001
Ferro	mg	22,500
Cobre	mg	3,036
Iodo	mg	0,150
Selênio	mg	0,050

As matérias primas utilizadas para cada premix estão descritos nas tabelas 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 11.

Tabela 4 – Níveis das matérias primas por quilo do premix com os microminerais totalmente inorgânico

Matérias Primas do Premix Totalmente Inorgânico		
Sulfato de Manganês	kg	0,05175
Sulfato de Zinco	kg	0,07143
Sulfato de Ferro	kg	0,07500
Sulfato de Cobre	kg	0,00875
Iodato de Cálcio	kg	0,00025
Selenito sódio 5%	kg	0,00215
Caulin	kg	0,79067
Total	kg	1,00000

Tabela 5 – Níveis das matérias primas por quilo do premix com o manganês orgânico

Matérias Primas do Premix com Manganês Orgânico		
Carboquelato Mn 7,5%	Kg	0,20000
Sulfato de Zinco	Kg	0,07143
Sulfato de Ferro	Kg	0,07500
Sulfato de Cobre	Kg	0,00875
Iodato de Cálcio	Kg	0,00025
Selenito sódio 5%	Kg	0,00215
Carboquelato de enxofre 21,5%	Kg	0.09050
Caulin	Kg	0,55193
Total	Kg	1,00000

Tabela 6 – Níveis das matérias primas por quilo do premix com o zinco orgânico
 Matérias Primas do Premix com Zinco Orgânico

Sulfato de Manganês	Kg	0,05175
Carboquelato Zinco 7,5%	Kg	0,33350
Sulfato de Ferro	Kg	0,07500
Sulfato de Cobre	Kg	0,00875
Iodato de Cálcio	Kg	0,00025
Selenito sódio 5%	Kg	0,00215
Carboquelato de enxofre 21,5%	Kg	0.09050
Caulin	Kg	0,52860
Total	Kg	1,00000

Tabela 7 – Níveis das matérias primas por quilo do premix com o iodo orgânico

Matérias Primas do Premix com Iodo Orgânico

Sulfato de Manganês	Kg	0,05175
Sulfato de Zinco	Kg	0,07143
Sulfato de Ferro	Kg	0,07500
Sulfato de Cobre	Kg	0,00875
Carboquelato Iodo 1%	Kg	0,01500
Selenito sódio 5%	Kg	0,00215
Carboquelato de enxofre 21,5%	Kg	0.09050
Caulin	Kg	0,68542
Total	Kg	1,00000

Tabela 8 – Níveis das matérias primas por quilo do premix com o selênio orgânico

Matérias Primas do Premix com Selênio Orgânico		
Sulfato de Manganês	Kg	0,05175
Sulfato de Zinco	Kg	0,07143
Sulfato de Ferro	Kg	0,07500
Sulfato de Cobre	Kg	0,00875
Iodato de Cálcio	Kg	0,00025
Carboquelato Selênio 5%	Kg	0,00100
Carboquelato de enxofre 21,5%	Kg	0,09050
Caulin	Kg	0,70132
Total	Kg	1,00000

Tabela 9 – Níveis das matérias primas por quilo do premix com o cobre orgânico

Matérias Primas do Premix com Cobre Orgânico		
Sulfato de Manganês	Kg	0,05175
Sulfato de Zinco	Kg	0,07143
Sulfato de Ferro	Kg	0,07500
Carboquelato Cobre 5%	Kg	0,06000
Iodato de Cálcio	Kg	0,00025
Selenito Sódio 5%	Kg	0,00215
Carboquelato de enxofre 21,5%	Kg	0,09050
Caulin	Kg	0,64892
Total	Kg	1,00000

Tabela 10 – Níveis das matérias primas por quilo do premix com o ferro orgânico

Matérias Primas do Premix com Ferro Orgânico		
Sulfato de Manganês	Kg	0,05175
Sulfato de Zinco	Kg	0,07143
Carboquelato Ferro 7,5%	Kg	0,30000
Sulfato de Cobre	Kg	0,00875
Iodato de Cálcio	Kg	0,00025
Selenito Sódio 5%	Kg	0,00215
Carboquelato de enxofre 21,5%	Kg	0,09050
Caulin	Kg	0,47518
Total	Kg	1,00000

Tabela 11 – Níveis das matérias primas por quilo do premix totalmente orgânico

Matérias Primas do Premix Totalmente Orgânico		
Carboquelato Manganês 7,5%	Kg	0,20000
Carboquelato Zinco 7,5%	Kg	0,33350
Carboquelato Ferro 7,5%	Kg	0,30000
Carboquelato Cobre 5%	Kg	0,05000
Carboquelato Iodo	Kg	0,01500
Carboquelato Selênio	Kg	0,00100
Carboquelato de enxofre 21,5%	Kg	0,09050
Caulin	Kg	0,01000
Total	Kg	1,00000

3.3 - CARACTERÍSTICAS A SEREM AVALIADAS

Foram realizadas três análises das características qualitativas (Percentagem de Casca, Gravidade Específica e Unidade Hauhg), essas análises foram realizadas na 52^a, 56^a e 60^a semanas de idade das aves. Foram coletados sete ovos de cada repetição da produção do dia da análise.

Os parâmetros quantitativos foram coletados diariamente com exceção do consumo de ração que foi realizado semanalmente. Ao final de cada semana eram calculadas as médias de cada repetição e posteriormente eram calculadas as médias para cada quatro semanas, ou seja um ciclo de postura.

3.3.1 - Características quantitativas

As características quantitativas são relacionadas aos dados de produção das aves que são normalmente calculados em criações comerciais.

3.3.1.1 - Consumo de ração

Os baldes referentes a cada repetição foram abastecidos com 11 quilos de ração, já descontada a tara de cada balde. O controle do consumo de ração foi realizado ao final de cada semana durante a fase experimental. Era feita a pesagem das sobras dos baldes mais as sobras dos comedouros. O consumo foi calculado pela diferença de pesos entre a quantidade fornecida e as sobras existentes no final do período sendo o resultado dividido pelo número de aves existentes em cada tratamento e pelo período de sete dias. Os resultados obtidos foram expressos em quilogramas de ração por ave por dia (kg/ave dia).

3.3.1.2 - Produção de ovos

Os ovos eram recolhidos diariamente em bandejas de papel marcadas com cada repetições, os ovos então eram contados. Ao final de cada semana era calculado o percentual de postura, através da divisão do número de ovos obtidos no período pelo número de aves médio de aves multiplicado pelo número de dias do período sendo o resultado multiplicado por 100.

3.3.1.3 - Peso de Ovos

O total de ovos coletados de cada repetição eram pesados juntos em uma balança digital com graduação de 0,02 gramas, o peso médio de cada ovo era então calculado pela divisão de peso dos ovos pelo número de ovos do dia, sendo seu resultado expresso em gramas. Ao final de cada semana era calculada a média de cada repetição.

3.3.1.3 – Massa de ovos

A massa de ovos foi obtida pela multiplicação do peso médio dos ovos de cada repetição pelo número de ovos obtidos no período e o resultado obtido foi dividido pela multiplicação do número de aves da repetição e o número de dias do período. Esse valor foi calculado semanalmente. No final do ciclo de postura era calculada a media de quatro semanas a qual foi submetida à análise estatística.

3.3.1.2 – Conversão Alimentar

A conversão alimentar foi calculada semanalmente dividindo o peso total da ração de cada repetição em quilogramas pela sua respectiva produção de ovos semanal expressa em dúzias. O resultado final era dado em quilogramas por dúzia de ovos.

3.3.2 - Características Qualitativas

Os ovos para realização das características qualitativas foram coletados ao final de cada período de 28 dias ou um ciclo de postura. Foram coletados 7 ovos de cada repetição, os ovos eram enumerados de 1 a 7 em sua casca, bem como a repetição ao qual eles pertenciam, era feita a pesagem individual de cada ovo e então se procedia as análises de qualidade externa e interna dos ovos. Foram utilizados os seguintes fatores para se analisar a qualidade externa e interna dos ovos:

3.3.2.1 - Gravidade Específica

O primeiro parâmetro a ser analisado foi a gravidade específica. Os ovos depois de realizada a pesagem eram mergulhados em solução salina com diferentes densidades, essas densidades variavam de 1,062 até 1,102 com intervalo de 0,004. As soluções salinas foram preparadas no início do experimento conforme recomendação feita por Hamilton (1982). As densidades dos baldes contendo as soluções eram conferidas antes de cada análise de qualidade dos ovos com densímetro de petróleo cujas as densidades variavam de 1,050 a 1,102.

A medida da gravidade específica do ovo é provavelmente uma das técnicas mais comumente usadas para determinar a qualidade da casca do ovo, devido a sua rapidez, praticidade e baixo custo. A técnica baseia-se no princípio da flutuação, onde os ovos são imersos em recipiente contendo soluções salinas em ordem crescente de densidade. Considera-se a densidade do ovo a solução na qual ele flutua (HAMILTON, 1982).

A gravidade específica é uma estimativa da quantidade de casca depositada que é relacionada com a porcentagem de casca, quando a gravidade específica aumenta a resistência à quebra da casca também aumenta (OLSSON, 1934).

3.3.2.2 - Unidade Haugh

Após a gravidade específica os ovos eram quebrados em cima de uma placa plana de vidro e era realizada a mensuração da altura do albúmem com micrômetro com intervalo de medida de 1mm. O procedimento para a determinação da altura do albúmem consiste em medir o albúmem com o uso de um micrometro na região mediana, entre a borda externa e a gema do ovo e que essa região esteja perpendicular a chalaça (BOARD et al., 1994). A partir dessa medida era calculada a unidade Haugh.

Segundo Willians (1992) o método mais comumente usado para avaliar a qualidade interna do ovo é a unidade Haugh que consiste em uma função logarítmica da altura do albúmem do ovo em relação ao seu peso.

Essa metodologia de avaliação de qualidade de albúmem foi introduzida por Haugh em 1937 (OVERFIELD, 1987).

A determinação da unidade Haugh é calculada através da formula: $UnidadeHaugh = 100 \cdot \log(H + 7.57 - 1.7 \cdot W^{0.37})$, onde H é a altura do albúmem e W é o peso do ovo (OVERFIELD, 1987).

3.3.2.3 - Percentagem de Casca

As cascas dos ovos após quebração eram lavadas e colocadas para secar ao meio ambiente durante 5 dias, após esse período as casca foram levadas para o laboratório de análises bromatológicas do departamento de nutrição e produção animal do campus da USP – Pirassununga, onde foi realizada a pesagem em balança de precisão com quatro casas decimais (0,0001 g).

A porcentagem de casca do ovo era calculada pela divisão do peso das casca lavadas e secas pelo peso individual do ovo inteiro.

4 - ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados obtidos foram analisados através do programa computacional Statistical Analysis System (SAS Institute, 1998), sendo anteriormente verificada a normalidade dos resíduos pelo Teste de Shapiro-Wilk (PROC UNIVARIATE) e as variâncias comparadas pelo Teste de Hartley (Ott, 1988). Os dados (variável dependente) que não atenderam a estas premissas foram submetidos à transformação logarítmica [$\text{Log}(X+1)$] ou pela raiz quadrada [$\text{RQ}(X+1/2)$]. Os dados originais ou transformados, quando este último procedimento foi necessário, foram submetidos à análise de variância que separou como causas de variação efeito de forma de apresentação do mineral. Os efeitos das variáveis de produção de ovos foram separados através do teste de separação de médias (teste de Tukey), enquanto que na presença de interação forma do mineral*tempo a separação de tipo de forma dentro de cada mineral foi feita através do uso de contrastes. Tal análise foi realizada utilizando-se procedimento Mixed (PROC Mixed do SAS). Os efeitos das variáveis de Qualidade de ovos foram separados através do teste de separação de médias (teste de Tukey). Tal análise foi realizada utilizando-se procedimento Genreal Linear Model (PROC GLM do SAS)

Utilizar-se-á um nível de significância de 5% para todos os testes realizados.

5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados coletados e analisados foram organizados e separados por características de qualidade e produção e estão apresentados a seguir.

5.1 - QUALIDADE DE OVO

As médias dos resultados para cada tratamento dos parâmetros de qualidade de ovo analisados para cada ciclo de postura (52, 56 e 60 semanas de idade) estão dispostos nas tabelas 12, 13 e 14.

Tabela 12 - Resultados qualidade de Ovo com 52 semanas de idade

PARÂMETROS DE QUALIDADE DO OVO					
TRATAMENTO	G.E.	U.H	P_ovo	P_casca	Po_casca
Inorgânico	1085,24	94,96 ^{ab}	63,33	5,91	9,3567 ^a
Mn orgânico	1085,61	94,32 ^{ab}	63,37	5,81	9,1817 ^a
Zn orgânico	1082,47	95,80 ^a	63,41	5,62	8,8683 ^b
I orgânico	1084,28	94,12 ^{ab}	62,71	5,72	9,1200 ^a
Se orgânico	1084,95	94,10 ^{ab}	62,48	5,71	9,1517 ^a
Cu orgânico	1082,66	91,22 ^b	63,78	5,65	8,8500 ^b
Orgânico	1084,76	93,22 ^{ab}	61,79	5,69	9,2183 ^a
Fe orgânico	1084,66	90,62 ^b	62,08	5,76	9,3050 ^a
Prob.	0,1392	0,0078	0,4880	0,45	0,0439
EPM**	0,3394	0,4053	0,2582	0,0327	0,0470

G.E. = gravidade específica, U.H. = unidade haugh, P_ovo = peso do ovo, P_casca = peso da casca, Po_casca = peso da casca.

* letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de tukey para $p < 0,05$

** Erro padrão da Média

Tabela 13 - Resultados qualidade de Ovo com 56 semanas de idade

PARÂMETROS DE QUALIDADE DO OVO					
TRATAMENTO	G.E.	U.H	P_ovo	P_casca	Po_casca
Inorgânico	1081.81	92.53	64.85	5.8944	9.1183
Mn orgânico	1081.62	90.34	63.75	5.6659	8.9000
Zn orgânico	1082.52	91.04	64.24	5.8486	9.1167
I orgânico	1080.57	88.82	64.03	5.5933	8.7450
Se orgânico	1082.09	89.54	63.46	5.6793	8.9633
Cu orgânico	1079.99	90.82	64.10	5.5331	8.6383
Orgânico	1081.71	90.08	63.49	5.6471	8.8800
Fe orgânico	1082.19	89.61	62.52	5.7241	9.1850
Prob.	0.3876	0.8491	0.2933	0.1901	0.0695
EPM**	0.2901	0.5631	0.2199	0.0363	0.0507

G.E. = gravidade específica, U.H. = unidade haugh, P_ovo = peso do ovo, P_casca = peso da casca, Po_casca= peso da casca.

* letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de tukey para $p < 0,05$

** Erro padrão da Média

Tabela 14 - Resultados qualidade de Ovo com 60 semanas de idade

PARÂMETROS DE QUALIDADE DO OVO					
TRATAMENTO	G.E.	U.H	P_ovo	P_casca	Po_casca
Inorgânico	1081.90	93.59	65.17	5.8505	8.98
Mn orgânico	1082.66	92.15	62.64	5.8336	9.31
Zn orgânico	1082.19	92.30	65.10	5.9004	9.06
I orgânico	1081.04	92.80	62.84	5.6329	8.96
Se orgânico	1081.04	90.77	65.00	5.8062	8.95
Cu orgânico	1080.38	90.76	64.51	5.7574	8.93
Orgânico	1080.85	92.18	64.78	5.8599	9.03
Fe orgânico	1079.42	93.08	63.30	5.5314	8.77
Prob.	0.4194	0.4385	0.1381	0.3721	0.2519
EPM**	0.3710	0.3570	0.3034	0.0428	0.0481

G.E. = gravidade específica, U.H. = unidade haugh, P_ovo = peso do ovo, P_casca = peso da casca, Po_casca= peso da casca.

** Erro padrão da Média

Para a primeira análise de qualidade que foi realizada às 52 semanas de idade das aves a gravidade específica bem como o peso da casca do ovo na foi diferente para nenhum tratamento, entretanto para as médias de unidade Haugh houve diferença entre os tratamentos. Os tratamentos contendo os premix com o cobre e ferro orgânicos foi menor ($p < 0,05$) do que os valores do tratamento contendo o premix com o zinco orgânico, entretanto esses tratamentos não diferiram dos demais tratamentos estudados. Para a variável porcentagem de casca os tratamentos com o zinco e o cobre orgânicos foram menores que os demais tratamentos ($p < 0,05$), os demais tratamentos não apresentaram diferenças entre si.

Paik (2001) estudando fontes de zinco, cobre e manganês orgânico em poedeiras de 96 a 103 semanas de idade observou melhora na gravidade específica e na porcentagem de

casca e para os tratamentos que receberam os minerais orgânicos, concordando assim com os resultados apresentados para o primeiro ciclo de postura do presente experimento. Esse autor ressalta que essas diferenças podem ser explicadas devido a influencia do zinco na formação da anidrase carbônica que é a enzima responsável pela produção de bicarbonato que é essencial para produção da casca do ovo.

As melhoras observadas para o uso do zinco orgânicos nessa primeira análise discordam com os resultado obtidos por Lundeen (2001) que usou um proteinato de zinco e manganês observando melhora na porcentagem de casca, bem como aumento na resistência a quebra do ovo e maior número de ovos trincados no período de 40 a 60 semanas de idade das aves, o autor não observou diferença nos outros parâmetros de qualidade analisados (unidade Haugh, gravidade específica). O autor também encontrou uma maior atividade na enzima anidrase carbônica para o grupo com mineral quelatado, concordando assim com a conclusão de Paik (2001) que a maior atividade dessa enzima melhora a qualidade da casca.

Essa afirmação é controversa quando analisamos os resultados encontrados no primeiro ciclo de postura, onde o tratamento com zinco orgânico demonstrou uma pior porcentagem de casca.

Para análise do segundo ciclo de postura com 56 semanas de idade das aves não foram observadas diferenças estatísticas para os parâmetros estudados. Houve tendência ($p < 0,10$) de melhora da porcentagem de casca para todos os tratamentos com exceção do tratamento consumindo o cobre orgânico.

A terceira análise de qualidade de ovos realizada à 60ª semana de idade das aves não apresentou diferenças para os parâmetros observados (gravidade específica, unidade Haugh, peso do ovo, peso da casca e porcentagem de casca).

Kienholz (1992) analisando três ciclos de postura, mas com aves mais velhas sendo suplementadas com zinco metionina também não encontrou diferenças estatísticas para os parâmetros de qualidade analisados.

Os resultados não significativos para os três ciclos de postura analisados concordam com os resultados encontrados por Mabe (2001), que através de um estudo com a suplementação dietética de quelatos de zinco e manganês não mostrou melhora para a qualidade dos ovos de galinhas recebendo esses minerais.

Dale e Strong (1998) estudando a influencia de um complexo mineral orgânico na gravidade específica de ovos também não encontrou diferença entre os tratamentos utilizados, mas quando foi analisado um período onde foram removidos os minerais orgânicos o autor demonstrou um menor valor de gravidade específica para os tratamentos que recebiam o mineral orgânico quando comparados a aqueles que somente receberam minerais na forma inorgânica.

Os resultados obtidos quando contrastados com os resultados de literatura mostram que as informações sobre os minerais orgânicos ainda são muito controversas quando se discute melhora na qualidade de casca e qualidade interna de ovos. Esse fato pode ser explicado pela quantidade de várias moléculas quelatadas existentes e suas diferenças na biodisponibilidade e estabilidade, bem como no seu metabolismo.

No presente trabalho não foi observado melhora no peso médio dos ovos para nenhum dos tratamentos, mas Paik (2001) observou melhora no peso do ovo para o tratamento que recebeu o zinco quelatado, quando comparado com o tratamento inorgânico, cobre quelatado e a associação zinco e manganês quelatados.

5.2 – PARÂMETROS DE PRODUÇÃO

Os resultados para os parâmetros quantitativos foram organizados em período de 28 dias ou um ciclo de postura.

5.2.1 - Peso médio do ovos

Os dados referentes aos resultados encontrados para peso médio dos ovos estão dispostos na tabela 15.

Tabela 15 - Peso médio ovos (g)

Ciclos de Postura de 28 dias				
Tratamentos	1º Ciclo	2º ciclo	3º Ciclo	Médias tratamentos
A	63,02	63,41	64,44	63,63
B	62,78	63,89	63,63	63,44
C	62,75	63,62	64,56	63,65
D	62,50	62,98	63,69	63,06
E	63,47	63,90	64,77	64,05
F	62,86	64,09	64,83	63,93
G	63,41	63,56	64,77	63,92
H	62,28	63,10	63,70	63,03
Média geral	62,88	63,57	64,30	63,59
EPM**	0,4811	0,4811	0,4811	
PROB	0,6484	0,5992	0,3847	

(**) EPM= Erro Padrão da Média

Houve melhora no peso dos ovos entre a primeiro e o último ciclo de postura, porém não foi observada diferença de peso dos ovos entre os tratamentos dentro de um mesmo ciclo de postura.

5.2.2 - Massa de ovos

As médias dos resultados para o parâmetro massa de ovos dos tratamentos estão distribuídos na tabela 16.

Tabela 16 – Resultados de massa de ovos em g/ave alojada/dia
Ciclos de Postura de 28 dias

Tratamentos	1º Ciclo	2º ciclo	3º Ciclo	Médias tratamentos
A	55,87	55,28	57,39 ^a	56,18
B	55,87	58,19	55,24 ^a	56,44
C	55,79	56,81	56,39 ^a	56,34
D	57,15	56,56	56,87 ^a	56,86
E	57,76	58,47	57,20 ^a	57,82
F	56,23	56,67	57,82 ^a	56,91
G	57,11	57,64	59,06 ^a	57,94
H	55,99	56,10	54,43 ^b	55,51
Média geral	56,47	56,96	56,80	56,75
EPM(**)	0,9247	0,9247	0,9247	
P = (*)	0,7006	0,2386	0,0229	

(*) nível de significância do teste que compara as médias dos tratamentos em cada ciclo.

(**) EPM = Erro Padrão da Média

Médias de tratamentos seguidas por letras diferentes (nas colunas) diferem significativamente pelo Teste de t-Student ($\alpha = 5\%$)

Na avaliação realizada por ocasião do último ciclo de postura (47-60 semanas de idade das aves) para o parâmetro de massa de ovos houve diferença entre os tratamentos ($p < 0,05$), onde o tratamento recebendo somente o ferro quelatado apresentou menor valor de massa de ovo quando comparado com todos os outros tratamentos, contudo não houve diferença entre os demais tratamentos.

5.2.3 - Porcentagem de postura

Os resultados obtidos de porcentagem de postura para os três ciclos de posturas estão dispostos na tabela 17.

Tabela 17 – Resultados de porcentagem de postura (%)

Ciclos de Postura de 28 dias				
Tratamentos	1º Ciclo	2º ciclo	3º Ciclo	Médias tratamentos
A	89,05	87,17	88,32	88,18
B	89,02	91,08	86,75	88,96
C	88,90	89,28	87,34	88,51
D	91,41	89,79	89,29	90,17
E	90,99	91,53	88,31	90,28
F	89,50	88,43	89,21	89,05
G	90,03	90,67	91,20	90,64
H	89,88	88,88	85,43	88,06
MÉDIA	89,85	89,60	88,23	89,23
EPM **	1.3449	1.3449	1.3449	
PROB	0,8449	0,3221	0,1166	

(**) EPM = Erro Padrão da Média

Os valores médios de cada tratamento calculado para a porcentagem de postura não apresentaram diferenças estatísticas para nenhum dos três ciclos. Mas observou uma tendência de melhora no percentual de postura ($p < 0,15$) para o tratamento recebendo o premix com os minerais totalmente quelatados.

5.2.4 - Conversão alimentar

Os dados referentes às médias dos tratamentos para o parâmetro de conversão alimentar foram dispostos na tabela 18.

Tabela 18 – Resultados para conversão alimentar (kg/dzovos)

Ciclos de Postura de 28 dias				
Tratamentos	1º Ciclo	2º ciclo	3º Ciclo	Médias tratamentos
A	1,39	1,44	1,43	1,42
B	1,39	1,41	1,45	1,42
C	1,37	1,42	1,44	1,41
D	1,34	1,39	1,40	1,38
E	1,38	1,41	1,43	1,41
F	1,39	1,43	1,42	1,42
G	1,38	1,40	1,39	1,39
H	1,38	1,40	1,45	1,41
MÉDIA	1,38	1,41	1,43	1,41
EPM (*)	0,01793	0,01793	0,01793	
PROB	0,4974	0,5740	0,4101	

(*) EPM = Erro Padrão da Média

Não foi observada melhora na conversão alimentar (kg/dz ovo) em nenhum dos tratamentos orgânicos empregados quando comparados com o tratamento inorgânico, durante as doze semanas de experimentação.

5.2.5 - Consumo de ração

Os resultados obtidos para cada ciclo de postura e para cada tratamentos estão tabulados na tabela 19.

Tabela 19 – Médias dos resultados de Consumo de ração (g/ave dia)

Ciclos de Postura de 28 dias				
Tratamentos	1º Ciclo	2º ciclo	3º Ciclo	Médias tratamentos
A	103,29	104,32	105,71	104,44
B	103,36	107,04	104,47	104,96
C	101,79	105,99	104,77	104,18
D	102,29	103,82	104,65	103,59
E	105,18	107,72	105,34	106,08
F	103,64	105,77	106,34	105,25
G	104,32	105,65	105,48	105,15
H	103,02	104,57	103,05	103,55
MÉDIA	103,36	105,61	104,97	104,65
EPM**	1,0529	1,0529	1,0529	
PROB	0,4136	0,1408	0,5201	

(**) EPM = erro padrão da média

O consumo de ração não foi alterado pelos tratamentos empregados dentro de um mesmo ciclo de postura, para os três períodos analisados.

Os resultados obtidos para o percentual de postura no experimento não concordam com os resultados obtidos por Branton et. al. (1995) que observou uma melhora na porcentagem de postura para os lotes tratados com mineral quelatado.

Paik (2001) também observou melhora no percentual de postura para as aves que receberam cobre-metionina e a associação de cobre, manganês e zinco quelatados para aves entre 96 e 103 semanas de idade.

Essa melhora observada no percentual de postura pode ser explicada pela idade das aves, uma vez que elas se encontram em uma fase onde ocorre diminuição drástica do percentual de postura das aves, o uso de mineral quelatado parece atenuar essa queda no percentual de postura, uma vez que no presente trabalho também houve uma tendência de melhora na porcentagem de postura para as aves recebendo os minerais orgânicos.

Ludeen (2001) observou que existe uma interação entre os minerais orgânicos e níveis de cálcio da dieta, com nível de 3,5 de cálcio e o uso de minerais orgânicos ocorreu efeito positivo na produção de ovos, quando comparado com o tratamento que recebeu nível de 4% de cálcio na dieta. Isso mostra que os minerais orgânicos podem melhorar os parâmetros de produção e qualidade em aves que receberam algum tipo de stress, tendo em vista que o nível de 3,5 % de cálcio pode ser considerado baixo para galinhas de postura.

Isso pode ser observado também em trabalho realizado por Smith et. al. (1995) que demonstrou que os minerais quelatados possuem maior biodisponibilidade em condições de stress das aves.

Paik (2001) observou uma piora na massa de ovos para o tratamento contendo o cobre na forma orgânica os demais tratamentos não se diferenciaram do tratamento controle o qual era inorgânico. O autor não encontrou diferença no tratamento com o ferro orgânico não concordando com os resultados apontados onde o tratamento com ferro orgânico obteve menor massa de ovo.

O ferro na forma quelatada dever ser mais bem estudado, tendo em vista que a absorção do mesmo depende de um processo ativo do qual participam proteínas transportadoras na membrana das células intestinais, e que a reutilização de ferro pelo organismo é um processo bem eficiente. Paik (2001) observou que o uso de formas quelatadas de ferro aumenta em até 20% o conteúdo de ferro da gema do ovo, podendo esse fator ser uma justificativa para o uso dos quelatos.

Para os demais parâmetros de produção de ovo (conversão alimentar, consumo de ração) Kienholz (1992), Ludeen (2001), Paik (2001), Smith et al. (1995) e não encontraram diferenças entre o uso de minerais orgânicos e minerais inorgânicos, concordando assim com os resultados apresentados nesse trabalho.

Kienholz (1992) demonstrou que o uso de zinco quelatado para aves com stress devido ao baixo nível de cálcio na dieta (3%) manteve o tamanho do ovo quando comparado com o tratamento com mineral inorgânico que sofreu redução do tamanho do ovo no período o stress. Os demais parâmetros não foram alterados pelos tratamentos. Esses resultados são confirmados por Ludeen (2001) em um trabalho semelhante. O autor conclui que os quelatos podem ser uma alternativa para aves que são submetidas a algum tipo de stress, podendo assim com o seu uso melhorar a qualidade dos ovos, mas que em condições normais o mineral orgânico não traz benefícios às aves, como foi observado no presente estudo, onde não houve melhora nos parâmetros de produção.

6 CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo de avaliação da suplementação mineral na forma de orgânica quando comparada com a forma inorgânica sobre a produção e qualidade de ovos no período de 48 a 60 semanas de idade permite concluir que:

A suplementação isolada de cada mineral; zinco, manganês, selênio, cobre, iodo, ferro, não mostrou ser melhor que os tratamentos com o premix totalmente orgânico e o totalmente inorgânico, pelo contrário o tratamento com ferro apresentou pior valor para unidade haugh e o zinco e o cobre diminuíram a porcentagem de casca para o primeiro ciclo de produção.

A utilização da suplementação de ferro na forma orgânica prejudicou o parâmetro de massa de ovos.

Devido a esses resultados deve-se evitar a suplementação isolada dos minerais orgânicos, essa suplementação deve ser feita utilizando todos os micro minerais.

Os níveis utilizados dos minerais seguiram as recomendações do NRC (1994) que é feita em base dos minerais inorgânicos, deve se considerar que as fontes quelatadas apresentam uma melhor biodisponibilidade e, portanto devendo ter uma menor inclusão na dieta, mas com o mesmo desempenho das fontes inorgânicas.

O desempenho das aves em geral foi considerado bom, tendo em vista que a porcentagem de postura para o ciclo de 57 a 60 semanas foi na média de 88,23%.

Apesar do presente estudo não apontar melhorias na qualidade e na produção de ovos com o uso dos minerais orgânicos, não se deve descartar a possibilidade do seu uso, pois os minerais orgânicos podem trazer benefícios para a qualidade de ovos de poedeiras, principalmente quando essas estão sendo submetidas a condições de stress como doenças, fatores ambientais, como ficou evidenciado nos trabalhos citados.

Os trabalhos referentes ao uso de minerais quelatados são poucos devendo o assunto ser estudado mais profundamente, principalmente no que se diz respeito a biodisponibilidade e ao metabolismo bioquímico da molécula quelatada. As moléculas dos minerais quelatados diferem entre si em sua composição, modo de absorção e biodisponibilidade, tornando difícil a comparação entre elas. O presente estudo foi realizado com uma molécula nova da qual pouco se conhece, portanto mais trabalhos referentes a ela devem ser desenvolvidos.

Alguns dados referentes ao uso da molécula estudada em condições de campo (alta produção) mostram que o uso dos minerais orgânicos tem melhorado a produção e a qualidade dos ovos, mas esses dados necessitam ainda ser compilados e submetidos a uma análise estatística para comprovar esse efeito.

Atualmente na avicultura a preocupação com o meio ambiente é cada vez maior, principalmente quando se diz respeito ao mercado internacional, tendo em vista esse aspecto o uso dos minerais orgânicos podem reduzir a quantidade de mineral excretado pelas aves, devido a sua maior biodisponibilidade o que propicia que esses sejam incluídos em menores dosagens na dieta das aves.

REFERÊNCIAS

- AAFCO. Official Publication. Association of American feed Control Officials. Atlanta, GA. 1997
- ABDALLAH, A. G. Effect of removing trace minerals from the diet of hens laying eggs with heavy or light shell weight. **Poultry Science**, v. 73, p.295-301, 1994.
- 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.
- AMMERMAN, C. B.; HENRY, P. R.; MILES, R. D. Supplemental organically bound mineral compounds. In: GARNSWORTHY, P. C.; WISEMAN, J. **Recent advances in animal nutrition**. 2. ed. Nottingham University Press, 1998. p. 156-178.
- APGAR, G. A.; KORNEGAY, E. T.; LINDEMANN, M. D.; NOTTER, D.R. Evaluation of copper sulfate or a copper lysine complex as growth promoters for weanling swine. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 2640-2646, 1995.
- AOYAGI, S.; BAKER, D. H. Nutritional Evaluation of copper-methionine complex for chicks. **Poultry Science**, v.72, p. 2309-2315, 1993.
- BAKER, D. H.; HALPIN, K.M. Efficacy of a manganese-protein chelate compared with that of manganese sulfate for chicks. **Poultry Science**, v. 66, p.1561-1563, 1987.
- BAKER, D. H.; ODLE, J.; FUNK, M. A., WIELAND, T. M. Bioavailability of copper in cupric oxide, cuprous oxide, and in a copper-lysine complex. **Poultry Science**, v. 70, p. 177-179, 1991.
- BOARD, R. G.; CLAY, C. LOCK, J. DOLMAN, J.. The egg: a compartmentalized, aseptically package food. In: BOARD, R. G.; FULLER, R. **Microbiology of the avian egg**. London: chapman & hall, 1994. p. 95-89.
- BONDI, A. A. **Animal Nutrition**. 1. ed. New York : Wiley, 1987. 540 p.
- BRANTON, S. L.; LOTT, B. D.; MASLIN, W. R.; DAY, E. J. Fatty liver-hemorrhagic syndrome observed in commercial layers fed diets containing chelated minerals. **Avian Diseases**, v. 39, p. 631-635, 1995.
- CAO, J. Effect of iron concentration age and length of iron feeding on feed intake, and tissue iron concentration of broiler chicks. **Poultry Science**, v. 12, p. 119, 1996.
- CLYDESDALE, F. M. Mineral interactions in foods. In: BODWELL; C.E; ERDMAN, Jr. J.W. **Nutrient interactions**. New York: Marcel Dekker, 1998. p. 257-268.

- CONSINS, R. J. Absorption, transport, and hepatic metabolism of copper and zinc: special reference to metallothionein and ceruloplasmin. **Phy. Rev**, v. 65, p. 238-309, 1985.
- DALE, N.; STRONG JR., C. F. Inability to demonstrate an effect of eggshell 49 on shell quality in older laying hens. **Applied Poultry Science**, v. 7, p. 219-224, 1998.
- DAVIS, R. H.; FEAR, J. Incorporation of selenium into egg proteins from dietary selenite. **Bright Poultry Science**, v. 37, p. 197-211, 1996.
- DU, Z.; HEMKEN, R. W.; JACKSON, J. A.; TRAMMELL, D. S. Utilization of copper in copper proteinate, copper lysine, and copper sulfate using the rat as an experimental model. **Journal of Animal Science**, v.75, p. 264, 1996. Supplement 1.
- EMMERT, J.L.; BAKER, D.H. Zinc stores in chickens delay the onset of zinc deficiency symptoms. **Poultry Science**, v. 74, p. 1011-1021, 1995.
- ENSMINGER, M. E.; OLDFIELD, J. E. **Feeds & Nutrition**. 2. ed. Clovis, California: Ensminger Publishing Company, 1990. 500 p.
- GUO, R.; HENRY, P. R.; HOLWERDA, R. A.; CAO, J. Chemical characteristics and relative bioavailability of supplemental organic copper sources for poultry. **Journal of Animal Science**, v. 79, p. 1132-1141, 2001.
- HAMILTON, R. M. G. Methods and factors that affect the measurement of egg shell quality. **Poultry Science**, v. 61, p. 2022-2039, 1982.
- HENRY, P. R.; AMMERMAN, C. B.; MILES, R. D. Relative bioavailability of manganese-methionine complex for broiler chicks. **Poultry Science**, v. 68, p. 107-112, 1989.
- KIENHOLZ, E. W. Zinc methionine for stressed laying hens. **Poultry Science**, v. 71, p. 829-832, 1992.
- KRATZER, F.H.; VOHRA, P. Chelates and chelation. In: _____. **Chelates in nutrition**. Boca Raton, Florida: CRC Press, 1996. p. 5-33.
- KLECKER, D.; ZEMAR, V. S.; GOMEZ, J. Influence of trace mineral proteinate supplementation on eggshell quality. **Poultry Science**, v. 76, p. 131, 1997.
- LEACH, R. M.; GROSS, J. R. The effect of manganese deficiency upon the ultrastructure of the eggshell. **Poultry Science**, v. 62, p. 499-504, 1983.
- LEACH, R. M. Manganese and glycosyltransferases essential for skeletal development. In: SCHARAMM, V. L.; WEDLER, F.C. **Manganese in metabolism and enzyme function**. New York: Academic Press, 1986. p. 81-91.

- LEE, S. H.; CHOI, B. J., CHAE, B. J.; LEE, J. K.; ACDA S. P. Evaluation of metal-amino acid chelates and complexes at various levels of copper and zinc in weanling pigs and broiler chicks. **Asian-Australian Journal of Animal Science**, v. 14, n. 12, p. 1734-1740, 2001.
- LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Commercial Poultry Nutrition**. 2. ed. Guelph, Ontario: University Books, 1997. p. 57-58.
- LEESON, S. e SUMMERS, J. D. **Nutrition of the chicken**. 4. ed. Guelph, Ontario: University Books, 2001. 591 p.
- LUDEEN, T. Mineral proteinates may have positive effect on shell quality. **Feedstuffs**, v. 73, n. 14, p. 10-15, 2001
- MABE, I. **Efeitos da suplementação dietética com quelatos de zinco e de manganês na produção de ovos e morfologia intestinal de galinhas poedeiras**. 94f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, 2001
- MALLETO, S. Allá riscoperta dei mineralli. **Informatone Zootécnico**, v. 44, p. 51-84, 1997.
- MAYNARD, L. A. **Nutrição Animal**. 3. ed. Rio De Janeiro: Freitas Bastos, 1984. p 260-335.
- MORENG, R. E. Dietary zinc methionine effect on shell quality of hens drinking saline water. **Poultry Science**, v. 71, p. 1163-1167, 1992.
- NATIONAL RESEARCH CONCIL. **Nutrient requeriment of poultry**. 9. ed., Washington, 1994. 156p.
- OTT, R.L. **An introduction to statistical methods and data analysis**. 3. ed. Boston: PWS-Kent Publisher, 1988. 110 p.
- PAIK, I. Application of chelated minerals in animal production. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 14, p. 191-198, 2001.
- REDDY, A. B.; DWIVED J. N.; ASHMEAD, A. D. Mineral chelation generates profit. **Misset-World Poultry**, v. 8, p. 13-15, 1992.
- ROLAND, D. A. Eggshell breakage: incidence and economic impact. **Poultry Science**, v. 67, p. 1801-1803, 1998.
- SAS Institute Inc SAS. **User's guide: statistics**. 6. ed. Cary-NC: SAS Institute, 1998. 578 p.
- SMITH, M. O.; SHERMAN, I. L.; MILLER, C. L.; ROBBINS, K. R. Relative biological availability of manganese from manganese proteinate, manganese sulfate e manganese monoxide in broilers reared at elevated temperatures. **Poultry Science**, v. 74 p. 702-707, 1995.

- SPEARS, J.W; SCHOENHERR, W. D.; KEGLEY, E. B.; FLOWERS, W. L.; ALHUNSEN, H.D. Efficacy of iron methionine as a source for iron for nursing pigs. **Journal of Animal Science**, v.70, p. 243, 1992. Supplement 1.
- SPEARS, J.W. Optimizing mineral levels and sources for farm animal. In: KORNEGAY, E. T. **Nutrient management of food animals to enhance and protect the environment**. New York: CRC Press, 1996. p 259-275.
- PIMENTEL, J. L.; COOK, M. E.; GREGER, J. L. Bioavailability of Zinc-Methionine for Chicks. **Poultry Science**, v. 70, p. 1637-1639, 1991.
- OLSSON, N. **Studies on specific gravity of hen's eggs**. Otto Harrassowitz, Leipzig, 1934. 89 p.
- OVERFIELD, N. D. Evaluation of egg quality in commercial practice. In: WELLS, R. G.; BELYAVIN, C. G. **Egg quality: current problems and recent advances**. England: Butterworths, 1987. 302 p.
- TÔRRES, A. P. **Alimentação das aves**. 1. ed. São Paulo: Edições Melhoramentos, 1969. 259 p.
- UNDERWOOD, E. J. **The mineral nutrition of livestock**. 2. ed. London: Common Wealth Agricultural Bureaux, 1981. 180 p.
- UNDERWOOD, E. J. **The mineral nutrition of livestock**. 3. ed. Wallingford: CABI, 1999. 614 p
- WEDEKIND, K. J. Methodology for assessing zinc bioavailability: efficacy estimative for zinc- methionine, zinc sulfate, and zinc oxide. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 178:187, 1992.
- WILLIAMS, K. C. Some factors affecting albumen quality with particular reference to Haugh unit score. **World's Poultry Science Journal**, v. 48, p. 4-16, 1992.