



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

MONOGRAFIA

Qualidade de ovos de galinhas poedeiras alimentadas com dieta contendo minerais complexados a aminoácidos

PAULO SÉRGIO DA SILVA

Recife – PE  
Agosto/2018



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

MONOGRAFIA

Qualidade de ovos de galinhas poedeiras alimentadas com dietas contendo minerais complexados a aminoácidos

PAULO SÉRGIO DA SILVA  
Graduando

CARLOS BÔA-VIAGEM RABELLO  
Orientador

ROGÉRIO VENTURA DA SILVA JÚNIOR  
Coorientador

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

S237a Silva, Paulo Sérgio da  
Qualidade de ovos de galinhas poedeiras alimentadas com  
dieta  
contendo minerais complexados a aminoácidos / Paulo Sérgio  
da  
Silva. -- 2018.  
26 f. : il.

Orientador: Carlos Bôa - Viagem Rabello.  
Coorientador: Rogério Ventura da Silva Junior.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia)

-  
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de  
Zootecnia, Recife, BR-PE, 2018.  
Inclui referências.

1. Galinha - Alimentação e rações 2. Minerais na nutrição  
animal  
3. Ovos – Qualidade 4. Aminoácidos I. Rabello, Carlos Bôa –  
Viagem, orient. II. Silva Junior, Rogério Ventura da, coorient.  
III. Título

CDD 636



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

PAULO SÉRGIO DA SILVA

**Graduando**

Monografia submetida ao Curso de Zootecnia como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Zootecnia.

Aprovado em ...../...../.....

EXAMINADORES

---

Prof. Dra. Maria do Carmo Mouhapt Marques Ludke

---

MSc. Heraldo Bezerra de Oliveira

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esse trabalho a minha mãe Verônica M. Vasconcelos da Silva, minha avó Amara Vasconcelos da Silva e toda minha família que me apoiaram, e fizeram tudo o que podiam para me ajudar nessa longa caminhada. Só eles sabem o que passei para chegar até aqui, com toda dificuldade e obstáculos no caminho.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha mãe, minha avó, meus tios (Valter, Valdemir e Valdir) e toda minha família que torceram e acreditaram no meu potencial.

A todos os meus professores, que compartilharam com seus conhecimentos a minha formação acadêmica, todos os funcionários da (UFRPE/SEDE/UAST), em especial ao departamento de Zootecnia. A todos funcionários do restaurante universitário (R.U) que contribuíram no meu dia a dia nessa instituição.

Ao meu Orientador Carlos Bôa-Viagem Rabello pela confiança, ao meu Coorientador Rogério Ventura Júnior pelo grande apoio nessa reta final de curso. Aos meus amigos de grande importância para o desenvolvimento desse trabalho Heraldo Bezerra, Sharlane Holanda, Gabriel Macambira e Daciele Abreu, pois sem eles nada disso tinha se realizado.

Aos meus grandes irmãos e irmãs de faculdade Mávio José, Matheus Toledo, Adiel Lima, Weliton Sá Oliveira, Bruno Tenório, Edgleston Silas, Agni Martins, Jean Gueiros, Tulio Temóteo, Vicente Buarque, Bruno Sampaio e Renan Ferreira, Daciele Abreu, Virginia Marques e Keity Trindade, com eles passei momentos bons e ruins da vida e vou levar vocês no meu coração para o resto da minha vida.

A minha namorada Ednayran Gonçalves pela paciência e todo apoio prestado, sempre me motivando e acreditando no meu potencial, obrigado.

E todos os amigos e amigas de turma, obrigado por tudo, de coração.

## Sumário

1.0. INTRODUÇÃO.....	10
2.0. REVISÃO DE LITERATURA .....	12
2.1. Importância dos minerais para as aves .....	12
2.2. Zinco.....	13
2.4. Cobre .....	14
2.5. Ferro .....	15
2.6. Minerais denominados orgânicos ou quelatados.....	16
3.0 OBJETIVO .....	17
4.0 MATERIAL E MÉTODOS.....	18
4.1 Local .....	18
4.2 Caracterização do ambiente.....	18
4.3 Tratamentos experimentais e delineamento experimental .....	18
5.0 QUALIDADE DOS OVOS.....	20
6.0 ANÁLISE ESTATÍSTICAS .....	20
7.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	21
8.0 CONCLUSÃO.....	22
9.0 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	22

## RESUMO

Objetivou-se avaliar os efeitos da suplementação dos microminerais Zinco (Zn), Manganês (Mn), Cobre (Cu) e Ferro (Fe) na forma de minerais complexados a aminoácidos MCAA associados com fontes inorgânicas na alimentação de galinhas poedeiras Lohmann Brown-Lite das 50 a 70 semanas de idade. A pesquisa foi desenvolvida na granja Ovo Novo município de Caruaru Pernambuco, e as análises laboratoriais realizadas no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Foram utilizadas 640 aves Lohmann Brown-Lite, das quais 320 foram alimentadas com MCAA desde a fase de cria e recria, e 320 não foram alimentadas com dietas contendo MCAA. Foram alojadas em gaiolas e distribuídas de acordo com um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 4, sendo composto por 8 tratamentos com 8 repetições de 10 aves por unidade experimental. Os tratamentos consistiram na suplementação 70, 70 e 8 mg/kg de Zn, Mn e Cu inorgânico (controle) e 40, 40 e 2.75 mg/kg associado com 30, 30 e 5.25 mg/kg de Zn, Mn inorgânico e orgânico, respectivamente (teste), fornecidas do nascimento até 30 semanas de idade. Foram avaliados: peso do ovo (g), cor da gema, altura de albúmen (mm), peso da casca (g), espessura da casca (mm) e Unidade Haugh. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância por meio do programa computacional R Studio® e as médias dos tratamentos. Apenas a espessura de casca foi influenciada pelos tratamentos. Não houve interação entre a dieta crescimento e a dieta produção, desse modo, a suplementação durante as fases de cria e recria não influenciaram a os parâmetros de qualidade interna dos ovos na fase de produção. Entretanto, pode-se verificar que as aves suplementadas com fontes MCAA apresentaram melhor espessura de casca. A substituição parcial do Zn, Mn, Cu e Fe inorgânicos por MCAA melhoram a espessura da casca dos ovos das aves.

Palavras-chaves: cobre, espessura de casca, fonte mineral, ferro, manganês, zinco.

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effects of micronutrients (Zn), Manganese (Mn), Copper (Cu) and Iron (Fe) in the form of minerals complexed to amino acids (MCAA) associated with inorganic sources of feed for laying hens. The research was developed in the Ovo Novo farm, Caruaru, Pernambuco, and the laboratory analysis carried out in the Animal Science Department of the Federal Rural University of Pernambuco. A total of six hundred and forty Lohmann Brown-Lite laying hens from 50 to 70 weeks of age were used, of which three hundred and twenty were fed MCAA from the breeding and rearing phase, and three hundred and twenty were not fed diets containing MCAA. The birds were housed in cages and distributed according to a completely randomized design in a 2 x 4 factorial scheme, consisting of 8 treatments with 8 replicates of 10 birds per experimental unit. The treatments consisted of 70, 70 and 8 mg / kg Zn, Mn and inorganic Cu (control) and 40, 40 and 2.75 mg / kg supplements associated with 30, 30 and 5.25 mg / kg Zn, inorganic and organic Mn, respectively (test), delivered from birth up to 30 weeks of age. They had been evaluated: weight of the egg (g), color of the egg yolk, height of albumen (mm), weight of the eggshell (g), thickness of the eggshell (mm) and Haugh Unit. The data had been submitted to the analysis of variance by means of computational program R Studio® and the means submitted tukey test ( $P < 0.05$ ). But the thickness of eggshell was influenced by the treatments. It did not have interaction between the diet growth and the diet production, in this manner, the supplementation during the growing phases had not influenced to the parameters of internal quality of eggs in the production phase. However, it can be verified that the birds supplemented with sources MCAA had presented thickness of eggshell best. The partial substitution of the Zn, inorgânicos Mn, Cu and Fe for MCAA improves the thickness of the eggshell of eggs of the birds.

Word-keys: copper, thickness of eggshell, mineral source, iron, manganese, zinc.

## **1.0. INTRODUÇÃO**

O ovo é um alimento natural, sadio, fonte barata de proteína de ótima qualidade, contendo gorduras, vitaminas, minerais e baixa concentração calórica de alto valor nutritivo, ácidos graxos, em sua maioria insaturada (COUTTS, 2007). É uma excelente reserva de nutrientes benéficos a saúde, agindo nas atividades antibacterianas, antiviral e na modulação do sistema imunológico. As aves são as principais fontes de ovos para a alimentação humana desde sua domesticação há milhares de anos (CARNEIRO, 2012). A produção de ovos no Brasil em 2016 foi de aproximadamente 39,181 bilhões de unidades, desse total cerca de 99,57% é destinada ao mercado interno. Dentre os estados que mais se destacaram na produção encontram-se o estado de São Paulo, Minas Gerais, Espírito Santo e Pernambuco, estando Pernambuco classificado como o quarto maior produtor no ranking nacional (ABPA, 2016). Na produção de ovos comerciais vários aspectos podem influenciar a produtividade e a qualidade dos ovos, dentre esses pode-se destacar a nutrição, a qual é de fundamental importância para um desempenho produtivo satisfatório dentro do sistema de criação (COSTA et al., 2004). Entre os nutrientes que compõem a dieta das aves encontram-se os minerais, os quais são fornecidos como suplementos nas dietas avícolas, com objetivo de atender as exigências das aves, sendo esta suplementação fornecida na forma de fontes inorgânicas ou complexados com moléculas orgânicas (FIGUEIREDO JÚNIOR et al., 2013).

As indústrias disponibilizam fontes minerais orgânicas e inorgânicas para a utilização nas rações avícolas, embora usualmente as fontes inorgânicas sejam as mais utilizadas em virtude dos menores preços. Por outro lado, a falta de conhecimento relacionado a diversos fatores como a absorção e utilização desses minerais leva a utilização de níveis superiores aos exigidos pelos animais, acarretando desse modo em excesso dessas fontes nas dietas avícolas e posteriormente maior eliminação no meio ambiente (SECHINATO et al., 2006). Os minerais estão presentes em diversas concentrações nas formulações das dietas, assim como também na constituição dos tecidos animais, os quais representando cerca de 3 a 4% do peso vivo das aves (SALDANHA et al., 2009). Kratzer e Vohra (1986) afirmaram que os minerais orgânicos geralmente utilizam as vias de absorção das moléculas que os ligam, o que faz com que não tenham problemas de interações com outros minerais, resultando em absorção superior quando comparados aos inorgânicos. A principal característica dos minerais orgânicos é o fato de se tornarem mais biodisponíveis, desse modo são eliminados em pequenas concentrações pelos animais, proporcionando melhores condições para expressão do desempenho produtivo (RUTZ e MURPHY, 2009). Entre os microminerais destacam-se o ferro (Fe), zinco (Zn), manganês (Mn) e o cobre (Cu),

responsáveis por uma variedade de processos fisiológicos, além de atuarem como cofatores essenciais para muitas enzimas celulares, as quais estão diretamente associados ao crescimento e desenvolvimento do tecido ósseo e à formação da casca dos ovos nas aves (MAIORKA, 2002; RICHARDS et al., 2010). Para obtenção de um desempenho produtivo satisfatório é de fundamental importância que o animal receba quantidades ideais de nutrientes, incluindo os minerais, considerados de grande importância para as aves, tendo em vista participarem dos processos bioquímicos corporais.

## **2.0. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Importância dos minerais para as aves**

Os minerais são classificados em macro ou micro minerais, cujas necessidades no organismo são superiores ou inferiores a 70 mg/kg de peso vivo do animal, segundo Bondi et al (1987) os minerais são encontrados em vários ingredientes utilizados na fabricação de rações e nos tecidos animais, representando cerca de 4% do peso das aves. Para uma bom desempenho produtivo é fundamental que a ave receba quantidades suficientes de nutrientes, entre esses destacam-se os quais participam dos processos bioquímicos corporais, de grande importância na formação da casca do ovo (ALBUQUERQUE, 2004). Segundo VEIGA e CARDOSO (2005), os microelementos, ao serem fornecidos na forma de um complexo orgânico, quelatos, proteinatos ou polissacarídeos, apresentam o seu valor biológico otimizado. Uma das principais características desses microminerais denominados orgânicos é o fato de serem mais biodisponíveis, mostrando o seu melhor aproveitamento, proporcionando a estes melhores condições para expressão de seu genótipo (RUTZ e MURPHY, 2009).

O uso de minerais de minerais complexados em premix tem sido indicado como uma solução para o problema da poluição mineral com base na hipótese que os minerais orgânicos têm maior biodisponibilidade do que os minerais inorgânicos, afirmando que os minerais orgânicos podem ser adicionados em uma concentração muito baixa na dieta comparado com os minerais inorgânicos, sem qualquer efeito negativo sobre o desempenho produtivo e potencialmente reduzir as excreções de minerais (NOLLET et, al., 2008). Existe crescente interesse na utilização de minerais orgânicos como suplementação alimentar em poedeiras por acreditar na maior biodisponibilidade quando comparado as fontes de minerais inorgânicos mais comumente utilizados. Segundo

RUTZ et al. (2006), a suplementação de poedeiras com minerais orgânicos melhora o desempenho produtivo, a qualidade interna dos ovos e a qualidade da casca.

## 2.2. Zinco

O zinco (Zn) apresenta funções importantes no organismo tais como a fixação do Cálcio, sob a forma de carbonato de cálcio nos ovos, e ativação dos sistemas enzimáticos (TORRES, 1969). Desempenha papel importante na qualidade da casca, pois está diretamente relacionado com a atividade da anidrase carbônica que controla a transferência de íons bicarbonato do sangue para a glândula da casca, também atua na calcificação de ossos (MABE et al., 2003). A absorção de zinco ocorre principalmente no intestino delgado, sendo que a taxa de absorção está entre 15 a 40 %. Os tecidos muscular e ósseo são os principais tecidos de reserva de zinco e possuem capacidade de liberar possíveis excedentes em condições de deficiência na dieta (EMMERT & BAKER, 1995; UNDERWOOD, 1999). Klecker et al. (1997) e Lundeem (2001) demonstraram melhora da qualidade da casca com dietas suplementadas com manganês e zinco quelatados, comparadas com dietas suplementadas com a forma inorgânica.

Altas concentrações dessa enzima foram encontradas na glândula da casca do ovo e oviduto da galinha, o Zinco é um dos constituintes da metaloenzima anidrase carbônica (0,3%) e atua no equilíbrio ácido-base, no organismo e na calcificação óssea (LESSON; SUMMERS, 2001). O Zinco atua como ativador de vários sistemas enzimáticos, participando do processo de secreção hormonal, especialmente os relacionados ao crescimento, reprodução, imunocompetência e estresse, este também atua na síntese de queratina, colágeno e no metabolismo de ácidos nucleicos (RUTZ, 2007). O órgão envolvido na regulação homeostática do Zinco é o trato 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 Zinco da dieta (SECHINATO, 2003).

## 2.3. Manganês

Underwood (1999) 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 desenvolvimento normal dos ossos e para a manutenção do processo reprodutivo em machos e fêmeas. O autor também afirma que o Mn é responsável pela ativação de varias enzimas, entre elas estão as quinases, hidrolases, transferases e

descarboxilases. 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). O manganês (Mn) é essencial para deposição e espessura da casca, atua como ativador metabólico das enzimas envolvidas na síntese de mucopolissacarídeos e glicoproteínas que ajudam na formação da matriz orgânica da casca dos ovos (GEORGIEVSKII, 1982). No organismo das aves, o osso é a fonte mais rica em manganês, com cerca de 3 a 4 µg/g de tecido, seguido pelo fígado com 2 µg/g (LEESON & SUMMERS, 2001). Considerado como componente principal da enzima polimerase, que estimula a produção da matriz da casca (mucopolissacarídeos). A falta de manganês na dieta aumenta a incidência de ovos de casca fina. LEACH Jr. & GROSS (1983) observaram defeitos na casca, menor peso da casca e baixa produção de ovos devido a deficiência de manganês. A excreção ocorre principalmente pelas fezes na forma de sais biliares, a taxa de excreção do Mn é afetada pela concentração desse elemento a dieta e parece não ser influenciada por outros íons da dieta e por mudanças no equilíbrio ácido – básico (LEESON; SUMMERS, 2001).

#### 2.4. Cobre

O cobre (Cu) é componente das proteínas do sangue estando relacionado ao metabolismo e absorção do ferro, metabolismo do oxigênio, síntese de elastina e colágeno, formação dos ossos e também no desenvolvimento e coloração das penas, (SCHEIDELER, 2008). Importante para reprodução, crescimento, desenvolvimento do tecido conectivo e pigmentação da pele (UNDERWOOD, 1999). É um componente de proteínas sanguíneas como a eritrocupreína, encontrada nos eritrócitos, tendo a função em muitos sistemas enzimáticos, (LEESON & SUMMERS, 2001), é primordial para a composição normal dos ossos, sendo ativador da lisil oxidase, enzima que atua na biossíntese de colágeno (SCOTT et al., 1982, VICENZI, 1996, LEESON & SUMMERS, 2001). Segundo Underwood (1999), o cobre é superado pelo zinco no número de enzimas ativadas. A falta de cobre limita a produção de ovos com má formação da casca e grande incidência de ovos sem casca. As causas não são conhecidas, porém, o istmo tem um conteúdo muito alto em cobre (VICENZI, 1996). A deficiência de Cobre pode causar alterações ósseas, lesões cardiovasculares, (SCHEIDELER, 2008), anemia, distúrbios nervosos, falhas reprodutivas como morte e

reabsorção embrionária. Os fetos desses animais com deficiência deste mineral são anêmicos, apresenta retardo no crescimento e alta hemorragia em decorrer defeitos nas hemácias e na formação do tecido conjuntivo durante o desenvolvimento embrionário (MACDOWELL, 1992). BAUMGARTNER et al. (1976) afirma que a deficiência de cobre em galinhas resultou em um grande 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, ocasionando deformação do ovo e propriedades mecânicas anormais, eles também observaram uma diminuição na produção e uma alta quantidade de ovos de casca fina e mal formados.

## 2.5. Ferro

O ferro Fe tem grande importância em diversos processos metabólicos vitais aos seres vivos, participando na síntese de DNA e reações redox na cadeia mitocondrial transportadora de elétrons (LEVENSON; TASSABEHJI, 2004). E ainda devido a sua capacidade de se interconverter entre a forma férrica ( $\text{Fe}^{+3}$ ) e a forma ferrosa ( $\text{Fe}^{+2}$ ) torna-se um componente muito útil na estrutura molecular de diversas proteínas e enzimas (CRICHTON et al., 2002). O ferro (Fe) é o mineral responsável de grande importância, entre outras pela formação de um quelato na forma de porfirina com globina, a hemoglobina, que transporta o oxigênio para os tecidos (MAYNARD, 1984). Segundo UNDERWOOD (1999). O micromineral Fe participa da reação de síntese de inúmeros compostos importantes no organismo da ave em crescimento, como a hemoglobina e os hormônios tireoideanos, e na manutenção da integridade das membranas biológicas (MCDOWELL, 1992). A absorção de ferro nos monogástricos é afetada pela idade, quantidades de ferro no organismo, condições do trato gastrointestinal, principalmente do duodeno, que é o principal sítio de absorção, a quantidade e forma química do ferro ingerido e composto na dieta, os quais podem interagir com o outros microminerais. Os metais divalentes que afetam a absorção de ferro na dieta são o cobre, manganês, cobalto e cádmio, competindo pelo seu sítio de absorção. Em condições fisiológicas normais a excreção de ferro é mínima, sendo a maioria deste mineral nas fezes, proveniente do ferro não absorvido na dieta (ALBUQUERQUE, 2004). CAO et al. (1996) relatou que as galinhas poedeiras possuem grande necessidade de ferro na dieta, pois cada ovo possui cerca de 1,5 mg, o que representa 25 % das reservas disponíveis no fígado.

## 2.6. Minerais denominados orgânicos ou quelatados.

A palavra quelato vem do grego chele que significa garra ou pinça termo adequado para descrever a forma pelo qual os íons metálicos polivalentes são ligados aos compostos orgânicos ou sintéticos (MELLOR, 1964). Quelatos são misturas de elementos minerais ligados a algum tipo de carreador tais como aminoácido ou polissacarídeo, em uma estrutura cíclica ou em anel, na qual um átomo de metal di ou multivalente é preso através de duas ou mais ligações formando um complexo coordenado. Geralmente, os quelatos são quimicamente mais estáveis que os complexos nos quais o elemento mineral está preso por uma única ligação química (SANTOS, 1998). A maioria dos minerais orgânicos é classificada como complexos, quelatos ou proteinatos. A Association of American Feed Control Officials definiu quatro tipos básicos de microminerais orgânicos.

**Complexo metal-aminoácido:** é o produto resultante da complexação de um sal metálico solúvel com um ou mais aminoácidos.

**Proteinato metálico:** são o produto resultante da quelação de um sal solúvel com aminoácidos e/ou proteínas parcialmente hidrolisadas.

**Complexo metal-polissacarídeo:** é o produto resultante da complexação de um sal metálico solúvel com uma solução de polissacarídeos.

**Quelato metal-aminoácido:** produto resultante da reação de um sal metálico solúvel com aminoácidos na relação de um mol de metal para um a três moles de aminoácidos (preferencialmente dois), formando ligações covalentes, (AAFCO, 1997).

## 2.7. Absorção e biodisponibilidade dos minerais orgânicos

Um fator importante relacionado à nutrição e produção de ovos são as perdas ocorridas no manuseio devido a má qualidade da casca que, segundo ROLAND (1998), pode chegar a 15%. A casca é constituída principalmente por macro e micro minerais obtidos na alimentação da ave e direcionados para a formação do ovo. A primeira condição que um mineral deve ter para apresentar melhor absorção é estar ligado para ser inerte e chegar ao ponto (sítio) de absorção no intestino delgado intacto. A segunda condição é a de ser absorvido sem a necessidade de reorganizar suas moléculas para penetrar no enterócito (SANTOS, 1998). Os minerais orgânicos, como têm cadeias de 2 a 3 aminoácidos ligados a um íon, penetrar na célula intestinal denominada enterócito, sem maiores problemas, a grande vantagem de utilizar minerais orgânicos está associada com a chance de ter um grande controle do nível de minerais na célula, o que

é importante pelos seguintes fatores, elevada biodisponibilidade do mineral, isto é, capacidade de ultrapassar facilmente as paredes intestinais e entrar em circulação no organismo, pouca toxicidade dos mineral e fácil inserção dos minerais nas moléculas específicas do organismo, onde são absorvidos pelo sitio de ligação dos aminoácidos, possibilitando uma maior biodisponibilidade (SANTOS, 1998). Quando um mineral é ingerido existe mais do que um mecanismo de transporte disponível para levá-lo do lúmen intestinal ao sangue. O sistema usado depende da forma com que o mineral assume quando se apresenta à membrana celular da mucosa, depois da ingestão o sal mineral é ionizado no pH ácido do estômago. (SANTOS, 1998).

## **2.8. Minerais orgânicos na alimentação de poedeiras**

Xavier et al. (2004) observaram melhorias nos índices de desempenho de poedeiras semi-pesadas no segundo ciclo de produção, e concluíram que existem benefícios na inclusão de selênio, zinco e manganês sob a forma de complexo orgânico nesta fase. ALBURQUERQUE (2004) e SECHINATO (2003), avaliaram o efeito da suplementação dietética de fontes orgânicas de zinco, cobre, manganês, selênio, ferro e iodo, concluindo que a suplementação desses microminerais, na forma isolada ou combinada, não afetaram o desempenho de poedeiras no primeiro ciclo produtivo. Testando aves em segundo ciclo de produção, SCATOLINI (2007) também não observou influência da suplementação de manganês, zinco, selênio, cobre e ferro, comparando formas inorgânicas e orgânicas de cada mineral testados individualmente e/ou associados, sobre o peso dos ovos, percentagem de postura e consumo de ração. Entretanto o autor observa melhoria na qualidade dos ovos de poedeiras semipesadas e concluíram que existem benefícios na inclusão de selênio, zinco e manganês sob a forma de complexo orgânico nesta fase, observou que a gravidade específica e percentagem de casca foram maiores nos tratamentos que receberam minerais orgânicos e que a associação de zinco e manganês orgânico melhorou a resistência da casca. Segundo PAIK, (2001) houve influência do zinco na síntese da enzima anidrase carbônica que é essencial para a formação da casca do ovo.

## **3.0 OBJETIVO**

Verificar o efeito das fontes de microminerais complexados a aminoácidos (Zn, Mn, Cu e Fe) com fontes inorgânicas sobre as características internas e externas dos ovos de galinhas poedeiras das 50 a 70 semanas de idade.

## **4.0 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Local**

O experimento foi conduzido na Granja Ovo novo, localizada no município de Caruaru Pernambuco, As análises laboratoriais foram realizadas no laboratório de Nutrição Animal, do departamento de Zootecnia, na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

### **4.2 Caracterização do ambiente**

As aves foram alojadas em gaiolas medindo 100 x 40 x 45cm (10 aves/gaiola), ocupando um espaço de 450cm<sup>2</sup>/ave, equipadas com comedouro tipo calha e bebedouro tipo nipple com o fornecimento de ração e água *ad libitum* durante todo período experimental. O programa de luz adotado foi fornecido 16 horas de luz diárias (natural + artificial).

### **4.3 Tratamentos experimentais e delineamento experimental**

Foram utilizadas 640 aves da linhagem Lohmann Brown-Lite com idade de 50 a 70 semanas, sendo 320 aves alimentadas com MCAA desde a fase de cria e recria, e 320 aves que não foram alimentadas com dietas contendo MCAA submetidas a dois tratamentos experimentais, uma dieta controle (DC) isenta de fontes de minerais orgânicos e uma dieta teste (DT) contendo Zn, Mn e Cu complexado a aminoácidos, a ser fornecida em associação com fontes de minerais inorgânicos (sulfato de zinco monohidratado, sulfato de manganês monohidratado e sulfato de cobre pentahidratado), (incluindo dez dias de adaptação as dietas experimentais), Foram alojadas em gaiolas (0.45x0.40x1.00 m) e distribuídas de acordo com um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 4, sendo composto por 8 tratamentos com 8 repetições de 10 aves por unidade experimental. Os tratamentos consistiram na suplementação 70, 70 e 8 mg/kg de Zn, Mn e Cu inorgânico (controle) e 40, 40 e 2.75

mg/kg associado com 30, 30 e 5.25 mg/kg de Zn, Mn inorgânico e orgânico, respectivamente (teste), fornecidas do nascimento até 30 semanas de idade. Na fase de pico de produção, foram suplementadas com 1) dieta controle mais 50 mg/kg de Fe inorgânico, 2) Dieta teste mais 50 mg/kg de Fe inorgânico, 3) Dieta teste mais 10 mg/kg de Fe inorgânico mais 40 mg/kg de Fe orgânico e 4) Dieta controle mais 10 mg/kg de Fe inorgânico mais 40 mg/kg orgânico. Foram avaliados: peso do ovo (g), cor da gema, altura de albúmen (mm), peso da casca (g), espessura da casca (mm) e Unidade Haugh. Na fase de produção, as dietas experimentais foram compostas por minerais orgânicos associados com fontes de minerais inorgânicas. No tratamento 1 (T1) foi fornecida uma dieta sem adição das fontes de (MCAA) e fornecida as aves oriundas do tratamento controle na fase de cria e recria; tratamento 2 (T2) corresponderá a uma dieta contendo MCAA (Zn, Mn e Cu) fornecida as aves oriundas do tratamento controle na fase de cria e recria; tratamento 3 (T3) corresponderá a uma de uma dieta contendo MCAA (Zn, Mn e Cu), mais o fornecimento de Fe complexados; No tratamento 4 (T4) foi utilizado uma dieta contendo apenas o Fe complexados e fornecida as aves oriundas do tratamento controle na fase de cria e recria; No tratamento 5 (T5) foi utilizado uma dieta sem adição das fontes de MCAA e será fornecida aos animais provenientes do tratamento teste (alimentadas com MCAA) na fase de cria e recria; tratamento 6 (T6) consistirá de uma dieta contendo MCAA (Zn, Mn e Cu) fornecida as aves oriundas do tratamento teste na fase de cria e recria; tratamento 7 (T7) corresponderá a suplementação de uma dieta contendo MCAA (Zn, Mn e Cu) mais adição de Fe complexados e será fornecida as aves oriundas do tratamento teste na fase de cria e recria, o tratamento 8 (T8) será utilizado, uma dieta contendo apenas o Fe complexados e fornecida as aves oriundas do tratamento teste na fase de cria e recria. Dieta contendo MCAA (Zn, Mn e Cu); T7: Dieta contendo MCAA (ZMCZ + Fe) e T8: Dieta contendo apenas o Fe complexado. Os primeiros quatro tratamentos (T1, T2, T3 e T4) serão fornecidos aos animais que não foram alimentadas com MCAA durante a fase de cria e recria e os demais (T5, T6, T7 e T8) suplementadas as aves que receberam os MCAA nas respectivas fazes.

Os tratamentos experimentais estão apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1- DETALHAMENTO DOS TRATAMENTOS EXPERIMENTAIS**

<i>AVES PROVENIENTES</i> <i>CRIA/RECRIA</i>	<i>PRODUÇÃO</i>	
DIETA CONTROLE (DC)	<b>T1</b>	Dieta sem adição de minerais
	<b>T2</b>	Dieta com ZMC
	<b>T3</b>	Dieta com ZMC + Ferro <sup>2</sup>
	<b>T4</b>	Dieta com Ferro
DIETA TESTE (DT)	<b>T5</b>	Dieta sem adição de minerais
	<b>T6</b>	Dieta com ZMC
	<b>T7</b>	Dieta com ZMC + Ferro
	<b>T8</b>	Dieta com Ferro

<sup>1</sup> Complexo contendo os minerais zinco, manganês e cobre na forma orgânica.

<sup>2</sup> Complexo contendo o mineral ferro na forma orgânica.

## 5.0 QUALIDADE DOS OVOS

Nos três últimos dias de cada ciclo, foram recolhidos 5 ovos por unidade experimental, totalizando 320 ovos por tratamento, para avaliação dos parâmetros de qualidade de ovos, que são: peso do ovo (g), cor da gema, altura de albúmen (mm), peso da casca (g), espessura da casca (mm) e Unidade Haugh. Para determinação da altura do albúmen os ovos serão quebrados e, seu conteúdo (clara + gema), colocado numa superfície plana e nivelado. Em seguida, é mensurada a altura do albúmen (mm) por meio da leitura do valor indicado por um micrômetro. Para o cálculo da Unidade Haugh serão utilizados os valores do peso do ovo (w, g) e altura do albúmen (h, mm), utilizando a fórmula  $UH = 100\log(h + 7,57 - 1,7w^{0,37})$ , descrita por Card e Nesheim (1966). as gemas foram separadas do albúmen e pesadas, As cascas dos ovos foram lavadas para retirada de todo albúmen e secas ao ar por um período de 48 horas, para serem pesadas e realizar a medição de sua espessura. Depois de secas, serão realizadas as medidas em dois pontos distintos na área centro-transversal por um micrômetro de precisão, para obtenção da medida da espessura da casca, o peso de albúmen será obtido pela diferença entre o peso do ovo com os pesos da casca e da gema. Para a colorimetria será utilizado o leque colorimétrico onde foi mensurada a cor da gema numa escala de valores de 1 a 15 (DSM).

## 6.0 ANÁLISE ESTATÍSTICAS

Os dados foram submetidos à análise de variância por meio do programa computacional R Studio® e as médias dos tratamentos quando diferentes foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância.

## **7.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados obtidos referentes aos parâmetros de qualidade dos ovos avaliados durante o período experimental.

Tabela 2. Médias do peso dos ovos, altura do albúmen, cor da gema, unidade haugh, peso e espessura da casca de poedeiras 50 a 70 semanas.

<b>TRATAMENTOS</b>	<b>Peso dos ovos (g)</b>	<b>Altura do albúmen (mm)</b>	<b>Cor da gema (score)</b>	<b>Unidade Haugh</b>	<b>Peso da casca (g)</b>	<b>Espessura da casca (mm)</b>
<b>Dieta crescimento</b>						
Controle	65.35	6.262	6.759	75.42	6.285	0.4634
Teste	65.47	6.231	6.746	75.19	6.297	0.4647
<b>Dieta produção</b>						
Inorgânico	65.26	6.257	6.853	75.68	6.278	0.4504 <sup>b</sup>
ZMC	65.65	6.312	6.655	75.32	6.344	0.4708 <sup>a</sup>
ZMC+Fe	65.17	6.282	6.766	75.81	6.254	0.4648 <sup>a</sup>
Fe	65.55	6.139	6.737	74.41	6.292	0.4708 <sup>a</sup>
<b>P-valor</b>						
Dieta crescimento	0.6608	0.6648	0.8171	0.6732	0.7057	0.6922
Dieta produção	0.5213	0.3410	0.0999	0.2775	0.1880	0.0001
Crescimento x produção	0.3728	0.3642	0.1038	0.8260	0.1524	0.1830
SEM	0.1289	0.0355	0.0289	0.2709	0.0150	0.0020
CV	1.60	4.52	3.27	2.92	1.84	2.86

Para a dieta crescimento não foram observadas respostas significativas, os parâmetros analisados, assim como também não verificou-se interação entre a dieta crescimento com a dieta produção, para as variáveis de peso do ovo, altura do albúmen, unidade *Haugh* e cor da gema portanto esses minerais na forma complexada a aminoácidos foram suficientes para atender a necessidades das aves. As respostas obtidas se assemelham aos de Lundeen (2001) e Saldanha *et al.* (2009), que não observaram efeito de tratamento sobre a qualidade dos ovos para os parâmetros de peso do ovo, altura do albúmen, unidade *Haugh* e espessura da casca ao comparar dietas que continham minerais inorgânicos com dietas que apresentavam na sua formulação minerais orgânicos. Segundo Mabe *et al.* (2003), ao avaliarem a suplementação de fontes orgânica e inorgânica de Zn, Mn e Cu não observaram efeito na qualidade dos ovos. Em pesquisa realizada com poedeiras Hudson *et al.* (2004) observaram melhorias na qualidade de casca de ovos em aves que tiveram zinco orgânico incluído na dieta. Resultado semelhante ao de Xavier *et al.* (2004) que obtiveram melhora na espessura de casca 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 da 50 a 70 semanas foi positiva. Os melhores resultados de espessura de casca foram obtidos com o fornecimento da fonte mineral orgânica. Acredita-se que isto esteja relacionado ao melhor aproveitamento destes elementos minerais em relação aos inorgânicos. Os microminerais quelatados apresentam proteção contra os efeitos adversos presentes no trato gastrointestinal, proporcionando maior absorção. A ligação dos íons metálicos com 42 moléculas orgânicas pode torná-los mais estáveis e reduzir as interações com outros elementos da digesta e os antagonismos entre minerais, possibilitando maior absorção e aproveitamento dos microminerais (Richards *et al.*, 2010). Sun *et al.* (2012) comprovaram que a maior biodisponibilidade dos minerais orgânicos, uma vez que houve aumento da espessura da casca dos ovos em poedeiras que consumiram microminerais orgânicos em comparação com fonte inorgânica. Já Zamani *et al.* (2005) relataram que a suplementação da dieta basal com Zn e Mn em combinação teve efeito positivo sobre a espessura de casca dos ovos. Embora, para espessura de casca verificou-se que o tratamento com a inclusão de minerais orgânicos, demonstrou cascas com maiores espessuras isso pode estar relacionado a uma maior facilidade de transporte e deposição de cálcio na casca do ovo A taxa de retenção de cálcio varia de acordo com a idade, ou seja, aves jovens retêm cerca de 60 %, enquanto as mais velhas retêm apenas 40 % do cálcio absorvido (Keshavarz & Nakajima, 1993).

Assim, os MCAA podem ser utilizado na alimentação de aves nessa idade, pois quando aumenta o tamanho do ovo e permanece a mesma quantidade de deposição de cálcio, assim a casca fica mais fina e fragilizada, tornando o ovo mais fácil à quebra, principalmente pelo transporte, acarretando prejuízo para o produtor, com esse fornecimento de MCAA o produtor diminui os impactos ambientais, fornecendo poucas quantidades de minerais obtendo bom resultados nas qualidades das cascas e conseqüentemente uma boa lucratividade no final do ciclo produtivo. Ovos trincados e quebrados representam cerca de 80% a 90% dos ovos classificados, com base nesses resultados tem sido feito um grande esforço na tentativa de melhorar a qualidade da casca (NYS, 2001). A perda de ovos trincados estar diretamente relacionado com a qualidade da casca, que é influenciada por vários fatores como genética, idade das aves nutrição, manejo, ambiente e criação. Varias pesquisas tem direcionado o foco na melhoria da qualidade da casca em especial a nutrição mineral orgânico (NYS, 2001).

## 8.0 CONCLUSÃO

A substituição parcial do Zn, Mn, Cu e Fe inorgânicos por minerais complexados a aminoácidos melhoram a espessura da casca do ovo de galinhas com idade de 50 a 70 semanas.

## 9.0 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABPA. Disponível em: <Abpa-br.com.br/setores/avicultura/publicacoes/relatórios anuais 2016. Acessado dia 5 de agosto de 2018.

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

AMERICAN ASSOCIATION FEED CONTROL OFFICIALS. Atlanta, 1997. 266p.

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. 1976.

BONDI, A. A. **Animal nutrition**. New York (NY): Wiley, 1987. 540 p.

CAO, J. et al. 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, p. 495-504, 1996.

CARNEIRO, H. Metodologias para otimizar a variabilidade genética de núcleos de conservação de raças localmente adaptadas. **Tese (Doutorado em Ciências Animais) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2012, p. 125.**

- COSTA, F. G. P. et al. Níveis de proteína bruta e energia metabolizável na produção e qualidade dos ovos de poedeiras da linhagem Lohmann Brown. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 6, p. 1421-1427, 2004.
- COUTTS, J.A; WILSON, G.C. Optimum egg quality: a practical approach. Sheffield (Reino Unido): 5M Publishing, 2007. 64p.
- CRICHTON, R.R; WILMET, S.; LEGSSYER, R.; WARD, R.J. Molecular and cellular mechanisms of iron homeostasis and toxicity in mammalian cells. **Journal of Inorganic Biochemistry**, v.91, p.9-18, 2002.
- desempenho de aves. 2006. [cited 2006 jul. 6]. Available from: <http://www.aveworld.com.br/index.php?documento=141>
- EMMERT, J. L.; BAKER, D. H. Zinc stores in chickens delay the onset of zinc deficiency symptoms. **Poultry Science**, Champaign, v. 74, p. 1011-1021, 1995.
- FIGUEIREDO, J. P. et al. Substituição de minerais inorgânicos por orgânicos na alimentação de poedeiras semipesadas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 65, n. 2, p. 513-518, 2013.
- GEORGIEVSKII, V.I. General Information on Minerals. In: GEORGIEVSKII, V.I.; ANNENKOV, B.N.; SAMOKHIN, V.T. (Ed.). **Mineral nutrition of animal**. London: Butterworths, 1982. p.11-56.
- 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.
- KESHAVARSZ, K., NAKAJIMA, S. Re-evaluation of calcium and phosphorus requirements of laying hens for optimum performance and eggshell quality. **Poultry Science** 1993; 72(1):144-153.
- KLECKER, D. et al. Influence of trace mineral proteinate supplementation on eggshell quality. **Poultry Science**, Champaign, v. 76, p. 131, 1997. Supplement, 1.
- KRATZER, F.H.; VOHRA, P. (Eds.). Chetales in nutrition. Boca Raton: CRC, 1986. p.5-33.
- LEACH Jr., R. M.; GROSS, J. R. The effect of manganese deficiency upon the ultra structure of the eggshell. **Poultry Science**, Champaign, v. 62, p. 499-504, 1983.
- LEESON, S.; SUMMERS, J. D. Nutrition of the chickens. 4th ed. **Guelph**: University Books, 2001. 591 p.
- LEVERSON, S.; SUMMERS, J. D. **Commercial poultry nutrition**. Ontario: University books, p.398, 2005.
- LUDEEN, T. Mineral proteinates may have positive effect on shell quality. **Feedstuffs**, Mineapolis, v. 73, p. 10-15, 2001.
- MABE, I.; RAPP, C.; BAIN, M.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** i., v.82, p.1903-1913, 2003.

- MAIORKA, A.; MACARI, M. Equilíbrio ácido-básico. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (Ed.) **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, p.167-173, 2002.
- MAYNARD, L. A. Nutrição Animal. 3. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1984. p. 260-335.
- MCDOWELL, L.R. *Minerais in animal and human nutrition*. New York: Academic Press, p.524, 1992.
- MELLOR, D. Historical background and fundamental concepts "of chelation". In: DWYER, F.; MELLOR, D. (Eds.). *Chelating agents and metal chelates*. New York: **Academic Press**, 1964. p.1.
- NOLLET, L.; HUYGHEBAERT, G.; SPRING, P. Effect of different levels of dietary organic (Bioplex) trace minerals on live performance of broiler chickens by growth phases. **Journal Applied Poultry Research**, v. 17, p. 109-115, 2008.
- NYS, Y. Recent developments in layer nutrition for optimizing Shell quality. In Proc. **European Symposium on Poultry Nutrition**, Blankenberge, 2001, p. 42-52.
- PAIK, I. Application of chelated minerals in animal production. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.14, p.191-198, 2001.
- RICHARDS, J.D.; ZHAO, J.Z.; HARREL, R.J. et al. Trace mineral nutrition in poultry and swine. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, 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, EA, XAVIER GB. Efeito de minerais orgânicos sobre o metabolismo e
- RUTZ, F.; ANCIUTI, M.A.; XAVIER, E.G.; ROLL, V.F.B.R.; ROSSI, P. Avanços na fisiologia e desempenho reprodutivo de aves domésticas. **Revista Brasileira Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v.31, n.3, p.307-317, jul./set. 2007.
- RUTZ, F.; MURPHY, R. Minerais orgânicos para aves e suínos. In: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE USO DA LEVEDURA NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 1., 2009, Campinas, SP. **Anais**. Campinas: CBNA, 2009. p.21-36. Disponível em: <[www.avisite.com.br/cet/img/20091103\\_minerais.pdf](http://www.avisite.com.br/cet/img/20091103_minerais.pdf)>. Acesso em: 27 jun. 2018.
- SALDANHA, E.S.P.B.; GARCIA, E.A.; PIZZOLANTE, E.A. *et al.* Effect of organic mineral supplementation on the egg quality of semi-heavy layers in their second cycle of lay. **Braz. J. Poult. Sci.**, v.11, p.215-222, 2009.
- SANTOS, R. A. Minerais quelatados na nutrição Animal. **Lavras**: Universidade Federal de Lavras, 1998. 28 p. Apostila
- SCATOLINI, A.M. Mn, Zn e Se associados a moléculas orgânicas na alimentação de galinhas poedeiras no segundo ciclo de produção. 2007. 51f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Faculdade de Medicina Veterinária e Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.
- SCHEIDELER, S.E. Trace minerals balance in poultry. *World's Poultry Journal*, Proceedings of the "Midwest Federation Convention", Minnesota, U.S.A., 2008.
- SCOTT, M. L.; NESHEIM, M. C.; YOUNG, R. G. **Nutrition of the chicken**. 3rd ed. Ithaca: ML Scott and Associates, 1982. 562 p.

SECHINATO, A. S. Efeito da suplementação dietética com microminerais orgânicos na produção e qualidade de ovos de galinhas poedeiras. 2003. 68 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária)-Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2003.

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

SUN, Q.; GUO, Y.; LI, J.; ZHAG, 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.

TORRES, A. P. Alimentação das Aves. **São Paulo**: Edições Melhoramentos, 1969. 259p.

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

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.

XAVIER, G. B. et al. Performance of layers fed diets containing organic selenium, zinc and manganese, during a second cycle of production. In: **ANNUAL SYMPOSIUM ON BIOTECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY**, 20., 2004, Lexington. Proceedings... Lexington: 2004. p. 19.

ZAMANI, A.; RAMAHNI, H.R.; POURREZA, J. Supplementation of a corn-soybean meal diet with manganese and zinc improve eggshell quality in laying hens. *Pak. J. Biol. Sci.*, v.8, p.1311-1317, 2005.