

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPIRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS ÁGRARIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS**

RONALDO BARCELLOS DE CARVALHO

MICROMINERAIS ORGÂNICOS PARA CODORNAS JAPONESAS

ALEGRE-ES

2015

RONALDO BARCELLOS DE CARVALHO

MICROMINERAIS ORGÂNICOS PARA CODORNAS JAPONESAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ciências Veterinárias, linha de pesquisa em Reprodução e Nutrição Animal.

Orientador: Prof. DSc. José Geraldo de Vargas Junior.

ALEGRE-ES

2015

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)

(Biblioteca Setorial de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

Carvalho, Ronaldo Barcellos de, 1987-

C331m Microminerais orgânicos para codornas japonesas / Ronaldo Barcellos de Carvalho. – 2015.

51 f. : il.

Orientador: José Geraldo de Vargas Junior.

Coorientador: Talita Pinheiro Bonaparte.

Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias.

1. Desempenho. 2. Nutrição animal. 3. Ovos. 4. Ovos - Qualidade. 5. Minerais na nutrição animal. I. Vargas Junior, José Geraldo de. II. Bonaparte, Talita Pinheiro. III. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias. IV. Título.

CDU: 619

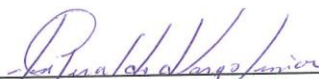
RONALDO BARCELLOS DE CARVALHO

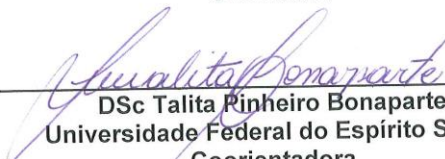
MICROMINERAIS ORGÂNICOS PARA CODORNAS JAPONESAS

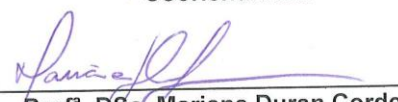
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ciências Veterinárias, linha de pesquisa em Reprodução e Nutrição Animal.

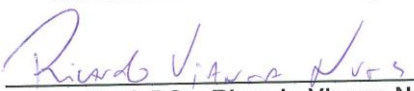
Aprovado em 25 de fevereiro de 2015.

COMISSÃO EXAMINADORA


Prof. DSc. José Geraldo de Vargas Júnior
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador


DSc Talita Rinheiro Bonaparte
Universidade Federal do Espírito Santo
Coorientadora


Profª. DSc. Mariana Duran Cordeiro
Universidade Federal do Espírito Santo


Prof. DSc. Ricardo Vianna Nunes
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela força e oportunidade de mais uma etapa concluída.

Aos meus pais, Ronaldo e Maria, pelo carinho, amor e por me ensinar os princípios de vida, dos quais me orgulho de ter. Estejam certo que esta vitória também é de vocês. A toda minha família, em especial as minhas irmãs, Barbara e Deborah e ao meu tio Egner (*in memoriam*), que sempre apoiaram minhas escolhas.

À minha namorada, confidente e amada Danielle, pelo constante apoio, incentivo e confiança. Obrigado por fazer parte da minha vida.

Ao meu orientador, José Geraldo de Vargas Junior, pela paciência, ensinamentos, amizade e apoio durante todos esses anos de Alegre. A minha co-orientadora, Talita Pinheiro Bonaparte, pela amizade, paciência e por sua importante contribuição ao final desse trabalho.

Aos meus amigos, que sempre estiveram do meu lado, nos bons e maus momentos, principalmente os republicanos. Aos companheiros de trabalho Raphael, Júlio, Juliano, Drielly, Barbara, Thais, Catarina, Anyara, Mariana e Victor.

Aos membros da banca examinadora, pela disponibilidade e cooperação com o trabalho desenvolvido.

À Universidade Federal do Espírito Santo e à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação pela oportunidade de realização do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior do Ministério da Educação (CAPES/MEC), pela concessão da bolsa de estudo durante o período cursado.

Aos demais professores, funcionários e colegas que, de alguma forma, contribuíram para a conclusão deste curso.

Muito obrigado a todos vocês!

“Pouco conhecimento faz com que as criaturas se sintam orgulhosas. Muito conhecimento, que se sintam humildes.”

Leonardo da Vinci

RESUMO

CARVALHO, RONALDO BARCELLOS DE. **Microminerais orgânicos para codornas japonesas**. 2015. 50p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, 2015.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho produtivo e a qualidade dos ovos de codornas japonesas em postura, em função da redução e da substituição parcial ou total de microminerais (manganês, zinco, ferro, cobre, iodo e selênio) orgânicos em substituição ao micromineral inorgânico. Foram conduzidos dois experimentos no setor de avicultura do Instituto Federal do Espírito Santo, com duração de 84 dias, distribuídos em quatro períodos de 21 dias. Em cada experimento, foram utilizadas 480 codornas japonesas fêmeas, com 79 dias de idade. As aves foram distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso em 6 tratamentos, 10 repetições e 8 aves por unidade experimental. Foi utilizada uma mesma ração basal em ambos experimentos, variando apenas os níveis e a fonte dos microminerais utilizados. No primeiro experimento foi adicionado à essa ração cinco diferentes níveis de microminerais orgânicos 25; 50; 75; 100 e 125% da recomendação do complexo mineral orgânico e um nível com microminerais inorgânicos (100% da recomendação) sendo utilizado 1 kg/ton de ração. No segundo experimento, foram adicionados quatro diferentes níveis de mistura de microminerais orgânicos e inorgânicos (20% orgânico + 80% inorgânico, 40% orgânico + 60% inorgânico, 60% orgânico + 40% inorgânico e 80% orgânico + 20% inorgânico), um inorgânico (100%) e um orgânico (100%) na ração. As características avaliadas foram consumo de ração, taxa de postura, peso médio do ovo, massa dos ovos, conversão alimentar por massa do ovo e por dúzia de ovos, peso relativo e absoluto da gema, do albúmen e da casca, além da unidade Haugh. Os parâmetros avaliados não foram afetados de forma significativa pelas diferentes relações de uso de minerais orgânicos e inorgânicos. Observou-se que é possível reduzir para 25% da recomendação de microminerais, quando utiliza-se microminerais orgânicos e que, é possível a substituição em até 100% dos microminerais inorgânicos por orgânicos sem efeito sobre desempenho o produtivo e a qualidade de ovos de codornas japonesas.

Palavras-chave: desempenho. nutrição. ovo

ABSTRACT

CARVALHO, RONALDO BARCELLOS DE. **Organic trace minerals for Japanese quails**. 2015. 50p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, 2015.

This study aimed to evaluate the performance and egg quality of Japanese quails, due to the reduction and partial or total replacement of trace minerals (manganese, zinc, iron, copper, iodine and selenium) to replace the organic trace mineral inorganic. Two experiments were conducted in the poultry sector of the Instituto Federal do Espírito Santo, which lasted 84 days, divided into four periods of 21 days. In each experiment, 480 Japanese female quails were used, with 79 days old. The birds were distributed in a completely randomized design in 6 treatments, 10 replicates and eight birds each. The same basal diet in both experiments, varying only the levels and the source of trace minerals used was used. In the first experiment has been added to this feed five different levels of organic trace minerals 25; 50; 75; 100 and 125% of the organic and mineral complex recommendation level with inorganic trace elements (100% recommended) used being 1 kg / ton feed. In the second experiment, were added four different levels of mixture of organic and inorganic trace minerals (20% organic + 80% inorganic, 40% organic + 60% inorganic, organic + 60% 40% 80% inorganic and organic + 20% inorganic) an inorganic (100%) and an organic (100%) in the diet. The characteristics were feed intake, egg production, average egg weight, egg mass, feed conversion per egg mass and per dozen eggs, relative and absolute yolk, albumen and shell, in addition to the unit Haugh. The evaluated parameters were not significantly affected by the different relations of use of organic and inorganic minerals. It was observed that can be reduced to 25% of trace minerals recommendation when it is used organic trace minerals and it is possible to replace up to 100% of inorganic trace minerals by organic without effect on the productive performance and the quality of quails Japanese.

Keywords: performance. nutrition. egg

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 Minerais	12
2.2 Minerais orgânicos	14
2.3 Absorção dos minerais	15
2.4 Biodisponibilidade dos minerais	17
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19
CAPÍTULO 1: Substituição de microminerais inorgânicos por orgânicos na dieta de codornas japonesas	21
RESUMO	22
ABSTRACT	23
4. INTRODUÇÃO	24
5. MATERIAL E MÉTODOS	26
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
CAPÍTULO 2: Níveis de microminerais orgânicos na dieta de codornas japonesas	36
RESUMO	37
ABSTRACT	38
8. INTRODUÇÃO	39
9. MATERIAL E MÉTODOS	41
10. RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

1. INTRODUÇÃO

O setor avícola brasileiro tem alcançado grandes avanços ao longo dos anos, levando a alta eficiência produtiva. Um dos segmentos de destaque na avicultura e que, cada vez mais tem aumentado sua participação, é a coturnicultura. Segundo o IBGE (2013), dentre todos os efetivos investigados pelo órgão em 2013, o de codornas foi o que obteve maior aumento, 10,6%, chegando a mais 18 milhões de animais. Além disso, seus ovos possuem grande aceitação no mercado consumidor, sua produção registrou aumento de 20,2% em relação ao ano anterior.

Dentre os atrativos dessa atividade agropecuária estão as suas vantagens produtivas. Entre as aves de produção, a codorna é uma das mais precoces e produtivas, pois inicia sua postura por volta do 40º dia de idade e produz, em média, 300 ovos no seu primeiro ano de vida, permitindo assim rápido retorno financeiro ao criador.

Como em toda atividade envolvendo a criação animal, um dos pontos mais importantes é a nutrição, pois além da sua parcela no custo de produção, esta diretamente relacionada a produtividade do animal. Segundo Sechinato et al. (2006), para se atingir boa nutrição, é importante que a ave receba quantidades adequadas de todos nutrientes, incluindo os minerais, pois estes participam basicamente de todos os processos bioquímicos corporais.

Os minerais são divididos em dois grandes grupos, macrominerais e microminerais ou elementos traços. Ambos são considerados elementos essenciais para uma nutrição balanceada. Esta classificação é relacionada com a concentração dos elementos nos tecidos, o que de certa forma, indica suas necessidades orgânicas (KIEFER, 2005).

Na fabricação de rações de aves utiliza-se normalmente minerais na forma inorgânica (associada a sais como sulfatos, cloretos, carbonatos e óxidos), com o propósito de suplementar a deficiência de minerais nas matérias-primas básicas (milho e farelo de soja), normalmente utilizadas em rações comerciais (ARAUJO et al. 2008).

Após os minerais atingirem o trato gastrointestinal, eles devem ser inicialmente solubilizados para liberarem íons e ai então serem absorvidos. Estando na forma

inorgânica, esses íons são formados de forma rápida e parte deles se ligam facilmente a outros componentes da dieta e se complexam, deixando-os insolúveis, dificultando a sua absorção ou indisponibilizando esses minerais (Rutz et al., 2007). Sabendo-se dessa incerteza para biodisponibilidade às aves, os níveis de minerais fornecidos nas dietas são normalmente superiores à exigência, para atender aos animais, resultando em níveis elevados na ração.

Visando diminuir esse problema e otimizar o desempenho dos animais, tem-se aumentado as pesquisas com a utilização de minerais orgânicos, também chamados de quelatados, devido sua maior biodisponibilidade (ARAUJO et al., 2008).

Os minerais orgânicos são mistura de elementos minerais que são ligados a algum tipo de carreador, o qual pode ser um aminoácido ou um polissacarídeo (LEESON; SUMMERS, 2005). São componentes naturais dos organismos dos animais que circulam na forma complexada, e, não como íons inorgânicos livres reduzindo a solubilização. Na forma orgânica podem ser absorvidos pelos carreadores intestinais de aminoácidos e peptídeos e ou pelos carreadores comuns de minerais (KIEFER, 2005).

Outro aspecto importante é a redução potencial da poluição ambiental, com a utilização dos minerais orgânicos, visto que, apresentam melhor biodisponibilidade e, conseqüentemente, maior absorção e menor quantidade de minerais eliminados nas excretas.

Desta forma, objetivou-se com este trabalho avaliar o desempenho produtivo e a qualidade dos ovos de codornas japonesas, utilizando a suplementação parcial ou total de microminerais inorgânicos por orgânicos, bem como a redução dos níveis utilizados na dieta.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Minerais

Minerais são compostos inorgânicos, que participam de muitas funções no organismo animal, considerados elementos essenciais para nutrição equilibrada. Estão envolvidos em quase todas as vias metabólicas do organismo e possuem funções importantes na reprodução, no crescimento, no sistema imunológico, no metabolismo energético, entre outras funções fisiológicas vitais à manutenção da vida e ao aumento da produtividade (BRITO et al., 2006).

Em termos nutricionais, os minerais são classificados em macrominerais e microminerais. Os macrominerais são compostos por cálcio, fósforo, potássio, sódio, enxofre, cloro e magnésio. Eles estão envolvidos em funções estruturais ou fisiológicas. Já os microminerais ou elementos traços, ferro, zinco, cobre, selênio, iodo, manganês, cobalto, níquel, molibdênio, cromo, flúor, estanho, sílica, vanádio e arsênico, possuem funções metabólicas como co-fatores enzimáticos, ativação de hormônios e vitaminas (McDOWELL, 1999).

Normalmente, os microminerais (Quadro 1) são mais difíceis de serem avaliados por análise, devido às reduzidas concentrações teciduais (VIEIRA, 2008). Estas concentrações fazem referência à classificação entre macro e microminerais, indicando assim a necessidade orgânica do organismo pelo mineral em questão (KIEFER, 2005). Apesar da necessidade ser menor em relação aos macrominerais, os microminerais possuem funções específicas, vitais aos animais, em especial às aves poedeiras.

O manganês tem relação com a taxa de postura e a qualidade da casca dos ovos, devido ao seu papel na síntese de hexosamina, esta que tem função de modular a expressão de proteínas que funcionam como fatores de transcrição e que acabam por alterar a expressão de várias proteínas (BEORLEGUI e MATEOS, 1991). O iodo, além das suas funções relacionadas a produção de hormônios da tireoide, também é fundamental no conteúdo do ovo, uma vez que, em deficiência diminui-se consideravelmente a eclodibilidade dos ovos. O zinco é vital a formação da casca do ovo, pois ele é componente da enzima anidrase carbônica, que atua na formação de

íons bicarbonato, e juntamente com o cálcio, formará o carbonato de cálcio a ser depositado na casca do ovo. Esses são alguns exemplos que demonstram a grande importância desses elementos na manutenção da vida e da produção das aves (MACARI et al., 2002).

Quadro 1. Principais microminerais para aves e suas funções.

Minerais	Funções Principais
Ferro	Transporte de oxigênio e respiração celular.
Zinco	Ativador enzimático, principalmente nos processos de formação óssea, do metabolismo dos ácidos nucléicos, do processo da visão, do sistema imunológico e do sistema reprodutivo.
Cobre	Ativador enzimático envolvendo o transporte e a transferência de oxigênio, metabolismo dos aminoácidos e do tecido conectivo.
Iodo	Componente dos hormônios tireoidianos.
Manganês	Integridade da matriz orgânica óssea e ativador enzimático, sobretudo no metabolismo dos aminoácidos e dos ácidos graxos.
Cobalto	Função anti-anêmica, por ser componente de vitaminas do complexo B; metabolismo da glicose e síntese da metionina.
Selênio	Junto com a vitamina E, promove a proteção dos tecidos contra danos oxidativos; componente da enzima glutathione peroxidase e metabolismo dos aminoácidos sulfurados.

Fonte: Adaptado de McDowell, (1999).

Outro ponto que contribui para a necessidade de utilização da suplementação mineral é o fato de que, os níveis de minerais das principais matérias-primas utilizadas na fabricação das rações (milho e farelo de soja), geralmente não atendem às exigências dos animais (SECHINATO et al., 2006). O conteúdo mineral destas matérias-primas também é variável por ser dependente de fatores como solo e sua adubação, clima, espécie explorada, sua maturidade fisiológica e melhoramento genético.

Assim, cada vez mais pesquisas são desenvolvidas para que os microminerais sejam melhor aproveitados e possam otimizar sua absorção no organismo animal. Nos alimentos, os minerais são encontrados em grande variedade de formas químicas, como parte de sais ou como moléculas orgânicas. Atualmente, a principal fonte de microminerais suplementada nas rações é na forma inorgânica, entretanto, fontes orgânicas têm ganhado destaque no mercado, devido ao crescente interesse em fatores que aumentem a absorção e a biodisponibilidade mineral (VIEIRA, 2008).

2.2 Minerais orgânicos

Existem várias formas de complexos metálicos disponíveis no mercado para utilização na nutrição animal. Estes, são chamados de minerais orgânicos devido ao elemento mineral estar complexado ou associado com moléculas orgânicas. Faz-se necessário, primeiramente, distinguir os termos complexo e quelato. O complexo de metal é composto por íon metálico central e os seus ligantes. O termo complexo pode ser utilizado para descrever produtos formados pela reação de íon metálico com molécula ou, íon que contenha um átomo com único par de elétrons. Nos complexos, os ligantes se conectam ao átomo metálico central por apenas um ponto, ou seja, uma única ligação. O outro tipo de complexo existente são os quelatos ou quelatos de metal, que se formam quando um cátion metálico liga-se a determinada substância que possui dois ou mais grupos doadores de elétrons, formando uma ou mais estruturas em anel heterocíclico (RUTZ et al., 2007).

Os minerais orgânicos são definidos por Leeson e Summers (2005) como sendo mistura de elementos minerais que são ligados a algum tipo de carreador, o qual pode ser aminoácido ou polissacarídeo que possuam a capacidade de ligar o metal por ligações covalentes em grupamentos aminos ou oxigênio, formando assim uma estrutura cíclica. Essas estruturas orgânicas possuem a função de aumentar a absorção e a disponibilidade desse mineral no organismo, além de aumentar a sua estabilidade física, diminuindo a tendência do mineral separar-se do alimento. Normalmente, esse tipo de mineral possui preço elevado em relação aos minerais inorgânicos, porém, espera-se que ocorra melhora na sua absorção e conseqüentemente no desempenho animal (KIEFER, 2005).

A Association of American Feed Control Officials (AAFCO, 2001), responsável por definir as normas e os padrões dos alimentos destinados à produção animal, conceitua os minerais orgânicos como íons metálicos ligados quimicamente a molécula orgânica, formando estruturas com características únicas de estabilidade e de alta biodisponibilidade mineral, existindo a seguinte classificação entre os compostos:

- a) Complexo metal-aminoácido: produto resultante da complexação de sal metálico solúvel com um ou mais aminoácidos. Ex: Complexo ferro aminoácido (Fe-aminoácido).
- b) Complexo metal-aminoácido específico: produto resultante da complexação de sal metálico solúvel com aminoácido específico. Ex: zinco-metionina (Zn-Met), zinco-lisina (Zn-Lis), manganês-metionina (Mn-Met), cobre-lisina (Cu-Lis).
- c) Proteinato metálico: produto resultante da quelação de sal solúvel com aminoácidos e/ou proteínas parcialmente hidrolisadas, formando estrutura em anel aberta. Ex: proteinato de zinco, proteinato de manganês, proteinato de cobre.
- d) Complexo metal-polissacarídeo: produto resultante da complexação de sal metálico solúvel com solução de polissacarídeos, formando complexo metálico específico. Ex: complexo zinco-polissacarídeo.
- e) Quelato metal-aminoácido: produto resultante da reação de íon metálico obtido de um sal metálico solúvel com aminoácidos na relação de um mol de metal para um a três moles de aminoácidos, formando ligações covalentes coordenadas.

2.3 Absorção dos minerais

Normalmente, os minerais na forma inorgânica são os mais utilizados (ex: selenito de sódio, sulfato de zinco, sulfato de cobre, etc.) na busca por atender as exigências minerais das aves. Ao chegarem no trato gastrointestinal, é necessário que ocorra dissociação das moléculas, liberando íons metálicos para que possam ser absorvidos (POLLI, 2002). No intestino delgado ocorre o transporte dos íons para o interior dos enterócitos por difusão passiva ou transporte ativo, estas moléculas necessitam estar atreladas à agente ligante ou molécula transportadora que permita

a sua passagem através da parede intestinal, sendo assim absorvidas. Muitas vezes, estes íons não encontram o agente ligante e acabam sendo excretados. Nessas condições podem ocorrer perdas pela reação com fitatos, colóides insolúveis ou no processo de competição pelos sítios de absorção entre os elementos minerais com interações antagônicas que inibem a absorção. (MABE, 2003).

Com a incerteza da sua real absorção, os níveis de minerais adicionados à ração são frequentemente maiores aos mínimos necessários para ação efetiva na produção animal, resultando assim em excesso de adição na ração (RUTZ et al., 2007). Porém, nesta tentativa de aumentar a disponibilidade para o animal, a suplementação extra de minerais pode causar efeitos deletérios, como diarreia, que podem levar a redução da biodisponibilidade de outros minerais, além de causar poluição ambiental. Um exemplo disso é o que ocorre com o sulfato de manganês, cuja disponibilidade é baixa, e quando se aumenta a inclusão deste na dieta o problema é solucionado, mas causa efeito negativo na disponibilidade do fósforo, do cálcio e do ferro (LEESON; SUMMERS, 2005).

O desbalanço entre determinados elementos pode acarretar sérios transtornos nutricionais. Segundo Baião e Lúcio (2005), alguns elementos como cálcio e molibdênio podem interferir negativamente na absorção e atividade de outros minerais, como cobre e iodo. Outros podem ser tóxicos quando consumidos em valores acima das exigências, como o cobre e o flúor, que acumulam-se no sangue das aves, visto que estas não são capazes de excretá-los, resultando em toxicidade.

Os minerais podem interagir entre si, com outros nutrientes e com fatores não nutritivos. Estas interações podem ser sinérgicas ou antagônicas e estão relacionadas aos níveis utilizados dos minerais em questão. Elementos sinérgicos são aqueles que aumentam mutualmente a sua absorção no trato digestório e cumprem a mesma função metabólica no tecido ou célula, por exemplo, cálcio e fósforo, sódio e cloro, zinco e cobre. Antagonismo é o efeito contrário, produzido por um elemento sobre o outro ou sobre uma função bioquímica no organismo, como exemplo, tem-se a competição entre íons de carga semelhantes (Fe^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} e Cu^{2+}) (BAIÃO; LÚCIO, 2005).

Os minerais orgânicos apresentam absorção superior aos inorgânicos, pois, normalmente, usam as vias de absorção das moléculas orgânicas que os ligam, não interagindo com outros minerais. Esta absorção pode ocorrer por duas maneiras, o mineral pode ser ligado à borda em escova sendo absorvido pela célula epitelial ou

como ocorre mais comumente, onde o agente quelante é absorvido, levando junto a si o metal (KRATZER; VOHRA, 1996).

2.4 Biodisponibilidade dos minerais

A biodisponibilidade pode ser definida, segundo Polli (2002), como sendo a fração do nutriente ingerido que é absorvido, ficando disponível para ser utilizado pelo metabolismo do animal. Assim, fatores físico-químicos que reduzem a absorção de minerais no lúmen intestinal interferem na biodisponibilidade mineral. Muitos fatores influenciam essa biodisponibilidade, como o nível de consumo, forma química, digestibilidade da dieta, tamanho da partícula, interações com nutrientes, estado fisiológico do animal, processamento do alimento, idade e espécie animal, entre outros (MILES; HENRY, 2000).

De acordo com Van Dokkum (2003), os minerais da dieta são submetidos a muitas interações ao longo do processo de digestão (mudança no pH do conteúdo gastrointestinal, variação de valência do mineral, formação de complexos e ligação do mineral com outro componente do alimento ou com um componente intermediário formado durante a digestão), que podem afetar de maneira positiva ou negativa a absorção, a biodisponibilidade e o uso desses nutrientes. Essas interações resultam na caracterização do mineral ora como disponível, ora não disponível para absorção, já que se trata de processo dinâmico e não estático.

A junção de minerais com compostos orgânicos, afeta a disponibilidade destes minerais para o organismo animal. A disponibilidade dos minerais quelatados pode chegar a níveis acima de 90%. Já os suplementos que não tem molécula orgânica, são absorvidos em média de 10 a 18% pelos animais (KIEFER, 2005).

Os minerais, na forma orgânica, são absorvidos por carreadores intestinais de aminoácidos e peptídeos e não por transportadores intestinais clássicos de minerais. Isso evita a competição entre os minerais pelos mesmos sítios de absorção (KIEFER, 2005). Assim, não só aumenta a biodisponibilidade, mas também a velocidade de transporte para os tecidos, onde permanecem armazenados por períodos mais longos que os inorgânicos.

Os resultados do uso de minerais quelatados são promissores, embora existam estudos demonstrando que a utilização destes minerais apresenta resposta semelhante aquela proporcionada quando se utiliza nível maior de elementos minerais na forma inorgânica. Entretanto, a possível redução na excreção de microminerais para o ambiente, devido a sua redução na inclusão da dieta ou no seu maior aproveitamento pelo animal, faz com que estas pesquisas se tornem cada vez mais relevantes.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AAFCO - ASSOCIATION OF AMERICAN FEED CONTROL OFFICIALS. Official Publication. Atlanta; p.266, 2001.

ARAUJO, J.A; SILVA, J.H.V; AMÂNCIO, A.L.L; LIMA, C.B; OLIVEIRA, E.R.A. Fontes de Minerais para Poedeiras, **Acta Veterinária Brasilica**, v.2, n.3, p.53-60, 2008.

BAIÃO, N.C.; LÚCIO, C.G. **Manejo de Matrizes de Corte**. Campinas: Facta, 2005. 212p.

BEORLEGUI, C. B.; MATEOS, G. G. **Nutricion y alimentacion de las gallinas ponedoras**, 9a ed. Madri: Mundi-Prensa, 1991. 248p.

BRITO, J.A.G.; BERTECHINI, A.G.; FASSANI, E.J.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F. Uso de microminerais sob a forma de complexo orgânico em rações de frangas de reposição no período de 7 a 12 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.1342-1348, 2006.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2013. Pesquisa da Pecuária Municipal. Disponível em: <http://ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Producao_da_Pecuaria_Municipal/2013/ppm_2013.pdf>. Acesso em 15 janeiro 2014.

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

KRATZER, F.H.; VOHRA, P. **Chelates in nutrition**. Boca Raton, Florida: CRC Press, 1996. 33p.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Commercial poultry nutrition**. Ontario: University Books, 2005. 398p.

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**, v.82, p.1903-1913, 2003.

MACARI, M., FURLAN, R.L., GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal, FUNED/UNESP, 2002. 173p.

McDOWELL, L.R. **Minerais para ruminantes sob pastejo em regiões tropicais, enfatizando o Brasil**, 3.ed. Gainesville: University of Florida, 1999. 92p.

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

POLLI, S.R. Minerais orgânicos na alimentação de cães e gatos. Boletim Informativo. **Nutron Pet**, n.4, 2002.

RUTZ, F.; PAN, E.A.; XAVIER, G.B. Efeito de minerais orgânicos sobre o metabolismo e desempenho de aves. **Revista Aveworld**, 2007. Disponível em: <<http://www.aveworld.com.br/index.php/documento/141>>. Acesso em 14/06/2014.

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

VAN DOKKUM, W. The concept of mineral bioavailability. Metabolic and technological aspects. India, **Research Signpost.**, p.1-18, 2003.

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

CAPÍTULO 1

Substituição de microminerais inorgânicos por orgânicos na dieta de codornas japonesas

Artigo elaborado conforme as normas para submissão de artigos científicos da revista *Semina: Ciências Agrárias*

Substituição de microminerais inorgânicos por orgânicos na dieta de codornas japonesas

Replacement of inorganic trace minerals by organic in the diet of Japanese quails

RESUMO

Conduziu-se experimento com o objetivo de avaliar o desempenho produtivo e a qualidade dos ovos de codornas japonesas, alimentadas com rações contendo substituição total ou parcial dos microminerais manganês, zinco, ferro, cobre, iodo e selênio inorgânicos por orgânicos. Foram utilizadas 480 codornas japonesas fêmeas, com 79 dias de idade, distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso com 6 tratamentos, 10 repetições e 8 aves por unidade experimental, com período total de 84 dias, divididos em quatro períodos de 21 dias. Foi utilizada uma mesma ração basal, variando apenas os níveis e a fonte dos microminerais utilizados. A essa ração foram adicionados quatro diferentes níveis de mistura de microminerais orgânicos e inorgânicos (20% orgânico + 80% inorgânico, 40% orgânico + 60% inorgânico, 60% orgânico + 40% inorgânico e 80% orgânico + 20% inorgânico), um nível com microminerais inorgânicos (100%) e um nível com microminerais orgânicos (100%). As características avaliadas foram consumo de ração, taxa de postura, peso médio do ovo, massa dos ovos, conversão alimentar por massa do ovo e por dúzia de ovos, peso relativo e absoluto da gema, do albúmen e da casca, além da unidade Haugh. Os parâmetros avaliados não foram influenciados significativamente pelas diferentes relações de uso de minerais orgânicos e inorgânicos. Assim, observou-se que é possível a substituição em até 100% dos microminerais inorgânicos por orgânicos sem que o desempenho produtivo e a qualidade de ovos de codornas japonesas seja afetada.

Palavras-chave: absorção mineral, desempenho, qualidade de ovo

ABSTRACT

Experiment was conducted in order to evaluate the performance and the quality of Japanese quail eggs, fed diets containing full or partial replacement of the trace mineral manganese, zinc, iron, copper, iodine and inorganic selenium by organic. 480 Japanese female quails were used, with 79 days of age, distributed in a completely randomized design with 6 treatments, 10 repetitions and 8 birds each, with a total period of 84 days, divided into four periods of 21 days. We used the same basal diet, only varying levels and the source of trace minerals used. To this feed were added four different levels of mixture of organic and inorganic trace minerals (20% + 80% organic, inorganic, organic + 40% 60% inorganic, organic + 60% 40% 80% inorganic and 20% organic + inorganic) a level with inorganic trace elements (100%) and a level of organic trace minerals (100%). The characteristics were feed intake, egg production, average egg weight, egg mass, feed conversion per egg mass and per dozen eggs, relative and absolute yolk, albumen and shell, in addition to the unit Haugh. The evaluated parameters were not significantly influenced by the different relations of use of organic and inorganic minerals. Thus, it was observed that replacing up to 100% of organic of inorganic trace elements without the production performance and the quality of Japanese quail eggs can be affected.

Keywords: mineral absorption. performance. egg quality

4. INTRODUÇÃO

A coturnicultura é atividade avícola em expansão, com bons índices produtivos e altamente lucrativa. No entanto, todo este potencial somente será expresso na forma de produto, se todas as características de manejo e nutrição estejam adequadas, para a expressão do máximo potencial genético produtivo das aves. Desta forma, a nutrição tem efeito primordial sobre o animal.

É de extrema importância que a aves recebam quantidades adequadas de nutrientes, afim de obter condições para evitar o comprometimento da saúde e do desempenho produtivo. Dentre estes nutrientes, tem-se os minerais, que participam de diversos processos bioquímicos e fisiológicos, essenciais ao crescimento e desenvolvimento, destacando a formação óssea (BRITO et al., 2006).

Os minerais são divididos em dois grupos, microminerais e macrominerais ou elementos traços. De acordo com Kiefer (2005), a divisão dos minerais se baseia na concentração desses elementos nos tecidos dos animais, indicando assim suas necessidades.

As principais matérias primas utilizadas na fabricação das rações para aves (milho e soja), geralmente não atendem as exigências para manutenção dos animais (SECHINATO et al., 2006), levando a deficiência nutricional e fazendo com que seja necessário a suplementação nas rações. A suplementação dos microminerais, ocorre na forma de pré-mistura, podendo esta, ser oriunda de minerais nas formas inorgânicas ou orgânicas.

Segundo Araujo et al. (2008), a forma mais comum de suplementação mineral utilizada em aves, é a inorgânica. Em seu processo de digestão e absorção, ao chegarem no trato digestório, os minerais têm de ser solubilizados, liberando íons livres e assim serem absorvidos. Esses íons são formados de forma rápida e parte deles se ligam facilmente a outros componentes da dieta e se complexam, deixando-os insolúveis, dificultando a sua absorção ou indisponibilizando esses minerais (RUTZ et al., 2007).

Devido às diferentes biodisponibilidades, bem como as grandes interações entre minerais, as recomendações de microminerais não são estabelecidas de forma precisa, o que faz com que os nutricionistas utilizem níveis nas rações maiores do que o animal realmente necessita. Dessa forma, muitas das recomendações nutricionais de microminerais, estabelecidas em tabelas nutricionais apresentam-se em níveis elevados.

Os minerais orgânicos têm se tornado cada vez mais objetos de pesquisas, pois podem apresentar melhor biodisponibilidade em relação aos microminerais inorgânicos (MACIEL et al., 2010). Eles proporcionam maior rapidez na absorção e seu transporte é facilitado, resultando em melhorias na vida útil das aves e na qualidade dos ovos. A biodisponibilidade de microminerais orgânicos pode ultrapassar 90%, enquanto os de fontes inorgânicas não ultrapassam 20% (JUNQUEIRA, 2008).

Devido a essa maior facilidade em ser absorvido e retido pelos animais, os minerais orgânicos podem ser adicionados a uma concentração mais baixa na dieta quando comparados aos minerais inorgânicos, sem qualquer efeito negativo sobre o desempenho produtivo, e podem, potencialmente, reduzir a excreção de minerais (NOLLET et al., 2007), diminuindo a quantidade presente nas fezes, e consequentemente reduzindo o impacto sobre o meio ambiente.

Dessa forma, objetivou-se com este trabalho avaliar o desempenho produtivo e a qualidade dos ovos de codornas japonesas produtoras de ovos de consumo, alimentadas com rações contendo substituição total ou parcial dos microminerais inorgânicos por orgânicos.

5. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no setor de avicultura do Instituto Federal do Espírito Santo, no campus de Alegre, localizado em Rive, no município de Alegre no Estado do Espírito Santo. As análises laboratoriais foram realizadas no laboratório de Bromatologia e Nutrição Animal da Universidade Federal do Espírito Santo, no campus de Alegre, Espírito Santo.

Foram utilizadas 480 codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) fêmeas, com 79 dias de idade e peso médio inicial de $174 \pm 22,5$ gramas. Durante todo o período experimental as aves receberam ração e água à vontade, sendo a ração fornecida duas vezes ao dia. De forma a reduzir possíveis desperdícios, foram confeccionadas telas individuais para os comedouros.

A distribuição dos animais nas unidades experimentais (UE) foi baseada no peso corporal e na produção de ovos como critério de seleção. No período pré-experimental, as aves foram submetidas a amostragem de peso, e distribuídas considerando a média de peso, mais ou menos o desvio padrão. Após a distribuição por peso, foi feito o controle da produção de ovos, durante 14 dias, para a distribuição das aves, considerando a taxa de postura.

Foi realizada distribuição dos animais em delineamento inteiramente ao acaso em 6 tratamentos, 10 repetições e 8 aves por unidade experimental, com período total de 84 dias, distribuído em quatro períodos de 21 dias.

O alojamento das codornas foi em vinte gaiolas de arame galvanizado dispostas em sistema piramidal, em três andares, com dimensões individuais de 0,9 x 0,33 x 0,15m e subdivisões internas de forma a constituir três unidades experimentais de 0,33m de comprimento cada uma, com comedouros frontais do tipo calha, bebedouros automáticos do tipo nipple. O galpão de alvenaria, disposto em sentido leste oeste, com dimensões de 6 x 27 metros, pé direito de 4 metros, com lanternim, cortinas laterais, ventiladores e cobertura de telhas de barro.

Foi formulada uma ração a base de milho e farelo de soja de acordo com a tabela 1, variando apenas os níveis e a fonte dos microminerais utilizados. A essa ração basal, foram adicionados quatro diferentes níveis de mistura de microminerais orgânicos e inorgânicos (20% orgânico + 80% inorgânico, 40% orgânico + 60% inorgânico, 60% orgânico + 40% inorgânico e 80% orgânico + 20% inorgânico), um nível com microminerais inorgânicos (100%) e um nível com microminerais orgânicos (100%). Foi utilizado como fonte de microminerais orgânicos oriundos de produto comercial, com recomendação do fabricante de 1kg do produto por tonelada de ração.

O complexo de microminerais orgânicos utilizado foi um produto comercial, na forma de proteinato metálico, composto por manganês (mín.) 50,00 g.Kg⁻¹; zinco (mín.) 40,00 g.Kg⁻¹; ferro (mín.) 30,00 g.Kg⁻¹; cobre (mín.) 6,00 g.Kg⁻¹; iodo (mín.) 400 mg/kg e selênio (mín.) 180 mg/kg. Já o complexo de microminerais inorgânicos foi elaborado contendo a mesma composição e níveis de microminerais do complexo orgânico.

As medições de temperatura e umidade relativa do ar dentro das instalações foram registradas utilizando data logger, com registros simultâneos a cada 60 minutos, totalizando 24 leituras diárias. Foi utilizado programa de 24 horas de luz contínua, sendo considerada luz natural mais luz artificial.

Foram observadas como variáveis de desempenho e de qualidade dos ovos, o consumo de ração (g/ave/dia), a taxa de postura ovos comerciais e não comerciais (bicados, cascas finas, trincadas e deformadas) (%), o peso médio dos ovos (g), a massa de ovos (g de ovo/ave/dia), a conversão alimentar (g/g e Kg/dúzia) e variáveis de qualidade de ovos como peso médio absoluto (g) e relativo (%) de albúmen, gema e casca e unidade Haugh.

As coletas de ovos, ocorreram diariamente, sempre às 08h00, utilizando o número total de ovos, incluindo ovos comerciais e não comerciais. Para obtenção da taxa de postura, do peso médio dos ovos, da massa de ovos e da conversão alimentar (g/g e Kg/dz) foi considerado o número de ovos comerciais.

Durante todo período experimental, os animais mortos e as sobras das rações foram pesados de forma a aferir o controle do consumo, taxa de postura e conversão alimentar por animal, de acordo com recomendações de Sakomura e Rostagno (2007). Para o cálculo de consumo de ração, da conversão alimentar por massa e por dúzia de ovos, ao final de cada período experimental o consumo de ração foi calculado, utilizando a diferença entre a ração fornecida e as sobras.

Ao final do segundo e do quarto período experimental, foram coletados nos três últimos dias, 5 ovos por dia de cada unidade experimental, totalizando 15 ovos/UE, para mensuração do peso médio dos ovos, de forma a obter valores de massa de ovos, conversão alimentar e parâmetros de qualidade dos ovos. Estes foram levados para o laboratório de Bromatologia e Nutrição Animal da Universidade Federal do Espírito Santo, no campus Alegre.

Do total dos 15 ovos selecionados, cinco ovos foram separados aleatoriamente e utilizados para a determinação dos parâmetros da qualidade de ovos (peso absoluto e relativo de albúmen, gema, e casca). Os ovos foram quebrados, com gemas separadas do albúmen e casca. Pesou-se as gemas e as cascas dos ovos de cada unidade experimental e por diferença, obteve-se o peso do albúmen. As cascas foram lavadas e secas em estufa de circulação de ar forçado a 65°C por 24 horas, e pesadas na sequência. Para determinação da unidade Haugh, foram utilizados três ovos, que após pesagem em balança com precisão de 0,01g, tiveram a altura do albúmen espesso mensurado por meio paquímetro digital em suporte de tripé, disposto em superfície plana e nivelada.

Foi utilizada a equação descrita por Haugh (1937): $HU = 100 \times \text{Log} (H - 1,7 \times W^{0,37} + 7,6)$, para determinação da unidade Haugh. Onde H é a altura do albúmen espesso e W é o peso do ovo inteiro.

Os dados foram submetidos às análises estatísticas, utilizando o programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genética) da Universidade Federal de Viçosa (SAEG, 2007), por meio de análise de variância, e posterior teste de Dunnet quando encontrado efeito significativo. No teste de Dunnet, foi utilizado como tratamento controle o tratamento com 100% de microminerais inorgânicos.

O estudo foi realizado de acordo com os princípios éticos da experimentação animal, adotados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA-UFES), com certificado e protocolo nº 074/2013.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias de temperatura e umidade relativa do ar registradas durante o período experimental foram de $28,57 \pm 6,6^\circ\text{C}$ e $77,4 \pm 26,6\%$. As codornas, segundo Oliveira (2004), possuem conforto térmico em faixa de temperatura de 18 a 21°C e umidade relativa do ar entre 65 e 70%. Isso demonstra que as aves foram expostas a condições de estresse por calor e umidade durante o período experimental. Todavia, o desempenho dos animais não sofreu influência, uma vez que a produtividade apresentou resultados dentro da faixa considerada normal para codornas japonesas. Estes animais apresentam boa produção mesmo em condições de estresse térmico, destacando temperaturas entre 5 e 30°C (Albino e Barreto, 2003).

Os diferentes níveis de substituição, de microminerais inorgânicos por orgânicos, não influenciaram significativamente ($P > 0,05$) o peso médio de ovo, a taxa de postura, a massa de ovo (Tabela 2), o consumo de ração, a conversão alimentar por massa de ovo e a conversão alimentar quilograma por dúzia de ovos (Tabela 3).

Não houve diferença ($P > 0,05$) das diferentes dietas sobre o consumo de ração, que foi expresso em g/ave/dia. Isso demonstra que não houve deficiência em nenhum tratamento, uma vez que, a deficiência de microminerais pode levar a alterações no consumo de ração. Um exemplo, é a deficiência de zinco na dieta que leva à redução do consumo (TABATABAIE et al., 2007). As dietas experimentais também não influenciaram significativamente ($P > 0,05$) os valores de conversão alimentar, expressa em g ração/ g ovo e g ração/ dúzia de ovo.

Os níveis de microminerais utilizados, nos diferentes tratamentos, provavelmente não foram suficientes para alterar a absorção dos mesmos, pois as aves não apresentaram sinais de deficiência, visto que, não manifestaram queda na produção, sintoma comum em déficit de zinco, manganês e ferro (MACARI et al., 2002).

Os minerais traços apresentam inter-relações com diferentes nutrientes, e principalmente entre si. Assim, no momento da absorção, o excesso ou deficiência de determinado mineral, pode fazer com que haja maior ou menor absorção de outro. Altas concentrações de cobre, fitatos e gorduras saturadas podem afetar de forma negativa a absorção de zinco. A eficiência de absorção do manganês, por exemplo, é reduzida, principalmente na presença de cálcio, fósforo e ferro, e pode até mesmo ocorrer a total inibição (MACARI et al., 2002).

Os microminerais na forma inorgânica são absorvidos em média de 10 a 18% pelas células do epitélio intestinal, enquanto que, quando ligados a estrutura orgânica essa absorção pode chegar a 90% (KIEFER, 2005). Assim, a utilização de microminerais orgânicos com maior disponibilidade podem minimizar essa competição, por utilizar vias secundárias de absorção.

Apesar da alta biodisponibilidade dos microminerais orgânicos, como relatado na literatura, não foi possível observar alterações no desempenho dos animais, evidenciando que, mesmo em diferentes níveis de substituição, o desempenho é semelhante ao tratamento com microminerais inorgânicos.

Possivelmente, a ausência de efeito significativo também está relacionada ao fato do produto comercial ser balanceado para suprir a necessidade nutricional do animal, uma vez que, a concentração excessiva de um

desses elementos pode resultar na deficiência dos demais (NRC, 1994). Sendo assim, a utilização de maior ou menor quantidade do produto comercial balanceado, conforme necessidade do animal, não causaria antagonismo entre os minerais.

Diversos trabalhos relatam a influência dos minerais sobre a fisiologia e o desempenho das aves. Gravena et al. (2011) trabalhando com codornas japonesas em postura, suplementadas com 50, 100 e 150 mg de zinco orgânico, não verificaram influência sobre o consumo de ração, a taxa de postura, a conversão alimentar por dúzia de ovo e o peso dos ovos.

Suplementando a dieta de poedeiras no segundo ciclo de produção com 50 e 100ppm de Zn orgânico na dieta, Swiatkiewicz e Koreleski (2008), observaram que o peso médio, a produção de ovos, o consumo de ração e a conversão alimentar por massa de ovos não sofreram alterações significativas.

Boruta et al. (2007) utilizando microminerais orgânicos (Cu, Zn, Mn e Fe) para poedeiras comerciais com níveis de 8%, 17% e 33% de inclusão, em substituição a fonte inorgânica de minerais, não observaram diferença significativa para taxa de postura e conversão alimentar. Porém, os animais que receberam microminerais orgânicos na dieta apresentaram menor consumo de ração.

Utilizando suplementação dos microminerais nas formas inorgânica e orgânica (60, 80, 70, 10, 1 e 0,3 ppm de Zn, Fe, Mg, Cu, I e Se, respectivamente) em frangas de reposição, Brito et al. (2006) verificaram que as fontes e os níveis dos microminerais não influenciaram o desempenho no período de 7 a 12 semanas, e todas as características apresentaram comportamento condizente com o descrito no manual da linhagem comercial.

Albuquerque (2004) e Sechinato et al. (2006) 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 afetam o desempenho de poedeiras no primeiro ciclo produtivo. Ao trabalhar com aves no 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 testado individualmente e/ou associados, sobre o peso dos ovos, porcentagem de postura e consumo de ração. A literatura é controversa e são observados diferentes resultados sobre o desempenho quando adicionado microminerais orgânicos na dieta.

Paik e Lim (2003), observaram melhora na produção de ovos de poedeiras leves utilizando microminerais orgânicos (Zn, Cu, Mn). Figueiredo Júnior et al (2013), encontraram melhor taxa de postura, massa de ovo, peso médio de ovo e conversão alimentar em poedeiras semipesadas, quando utilizados os microminerais orgânicos (Fe, Cu, Mn, Zn, Se e I) em substituição aos inorgânicos, entretanto, o consumo de ração não foi alterado.

Ludeen (2001), também não encontrou diferença na conversão alimentar e no consumo de ração com o uso de minerais orgânicos e inorgânicos (Zn e Mn), no período de 40 a 60 semanas de idade das aves.

Os resultados observados para unidade Haugh, porcentagem (%) e peso absoluto (g) de gema, albúmen e casca, não foram influenciados significativamente ($P>0,05$) pelos diferentes tratamentos como pode ser observado na tabela 4.

Diversos trabalhos relatam a influência dos minerais sobre a fisiologia e a qualidade de ovos em aves de postura. O iodo, além de funções ligadas aos hormônios da tireóide, tem papel importante na eclodibilidade

dos ovos, porém, em níveis baixos de absorção, pode retardar a absorção do saco vitelínico (MACARI et al., 2002). O manganês, por sua vez, atua no desenvolvimento normal do esqueleto e das funções reprodutivas, e, em eventual deficiência, ocorre a diminuição na taxa de postura e na qualidade da casca do ovo, devido a menor síntese de hexosamina (BEORLEGUI; MATEOS, 1991).

Um outro exemplo é o zinco, que além das suas funções ligadas a formação óssea e ao sistema imunológico, também tem papel na formação da casca do ovo, pois o zinco é um componente da enzima anidrase carbônica. Esta, atua na formação de íons bicarbonatos, que ligado ao cálcio formará o carbonato de cálcio, que é depositado na casca do ovo. Em um eventual excesso de zinco na dieta, as aves diminuem o consumo de ração e podem vir a ter inatividade pancreática, com conseqüente queda da produção de insulina, essas alterações hormonais fazem com que as aves parem a postura (BEORLEGUI; MATEOS, 1991).

A qualidade interna dos ovos é representada pela unidade Haugh, índice de gema e pH (XAVIER et al., 2008). De acordo com Peebles et al. (2000), a unidade Haugh é expressa através da relação entre o peso do ovo e a altura do albúmen espesso e tem sido aceita como medida da qualidade do ovo, valores elevados para unidade Haugh estão associados a melhor qualidade do ovo (BERARDINELLI et al., 2003). Existe uma classificação da qualidade do ovo (EGG GRADING MANUAL, 2000), relacionada ao valor da unidade Haugh, classificando em A, quando varia de 60 a 71, B, com variação de 30 a 59 e C, quando abaixo de 29. Assim, os dados observados para unidade Haugh deste trabalho podem ser classificados em tipo A, demonstrando que a substituição da fonte de micromineral não influenciou a qualidade do ovo.

Fernandes et al. (2008) utilizando zinco, manganês e selênio (0; 250 e 500ppm) orgânicos para poedeiras comerciais encontraram menor peso dos ovos oriundo das aves que receberam 250ppm do produto em relação ao tratamento controle, no entanto, os parâmetros de desempenho não foram afetados.

Utilizando níveis crescentes de minerais orgânicos (Se, Zn, Fe, Mn e Cu) em poedeiras, Nunes et al. (2013) não encontraram efeitos significativos dos tratamentos para as variáveis altura do albúmen, unidade Haugh e peso da gema. Trabalhando com suplementação de 60ppm de Zn orgânico, Yildiz et al. (2006) registraram melhoria na qualidade dos ovos, bem como melhora no índice gema e aumento do peso dos ovos das codornas japonesas em postura.

O albúmen constitui cerca de 60%, e a gema 30% do peso do ovo, logo, gema e albúmen mais pesados refletem em ovos mais pesados (SANTOS, 2005). Trabalhando com combinação de minerais orgânicos (Zn, Se e Mn), Rutz et al. (2003) observaram melhoria no peso do albúmen e da gema do ovo, em poedeiras de segundo ciclo de postura. O mesmo autor ainda citou que, albúmen mais consistente pode ser reflexo da utilização de selênio orgânico ou devido a combinação de minerais orgânicos selênio, zinco e manganês.

Pelos resultados obtidos no presente trabalho, pode-se afirmar que é possível a substituição em até 100% dos microminerais inorgânicos por orgânicos sem que o desempenho produtivo e a qualidade de ovos de codornas japonesas sejam afetada.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE R. **Produção e qualidade da casca de ovos de galinhas poedeiras recebendo microminerais orgânicos em sua dieta**. [Tese Livre-Docência]. Pirassununga: Universidade de São Paulo; 2004.
- ARAÚJO, J.A; SILVA, J.H.V; AMÂNCIO, A.L.L; LIMA, C.B; OLIVEIRA, E.R.A. Fontes de Minerais para Poedeiras, **Acta Veterinária Brasileira**, v.2, n.3, p.53-60, 2008.
- BEORLEGUI, C. B.; MATEOS, G. G. **Nutricion y alimentacion de las gallinas ponedoras**, 9a ed. Madri: Mundi-Prensa, 1991. 248p.
- BERARDINELLI, A.; DONATI, V.; GIUNCHI, A.; GUARNIERI, A.; RAGNI, L. Effects of transport vibrations on quality indices of shell eggs. **Biosystems Engineering**, v.86, p.495-502, 2003.
- BORUTA, A., SWIERCZEWSKA, E., GLEBOCKA, K., NOLLET, L. Trace organic minerals as a replacement of inorganic sources for leyers: effects on productivity and mineral excretion. **Journal World Poultry Association**, p.491-494, Strasbourg, France, 2007.
- BRITO, J.A.G.; BERTECHINI, A.G.; FASSANI, E.J.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F. Uso de microminerais sob a forma de complexo orgânico em rações de frangas de reposição no período de 7 a 12 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.1342-1348, 2006.
- EGG GRADING MANUAL, United Stats Department of Agriculture- USDA, **Agricultural Handbook**, v.75, 2000.
- FERNANDES, J.I.M.; MURAKAMI, A.E.; SAKAMOTO, M.I.; SOUZA, L.M.G.; MALAGUIDO, A.; MARTINS, E.N. Effects of organic mineral dietary supplementation on production performance and egg quality of white layers. **Brazilian Journal. Poultry Science**, v.10, p.59-65, 2008.
- FIGUEIREDO JÚNIOR, J.P.; COSTA, F.G.P.; GIVISIEZ, P.E.N.; LIMA, M.R.; SILVA, J.H.V.; LIMA, D.F.F.; SARAIVA, E.P.; SANTANA, M.H.M. Substituição de minerais inorgânicos por orgânicos na alimentação de poedeiras semipesadas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, vol.65, n°2, p.513-518, 2013.
- GRAVENA, R.A.; MARQUES, R.H.; PICARELLI J.; SILVA, J.D.T.; ROCCON, J.; HADA, F.H.; QUEIROZ, S.A.; MORAES, V.M. B. Suplementação da dieta de codornas com minerais nas formas orgânicas sobre o desempenho e a qualidade dos ovos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.6, p.1453-1460, 2011.
- HAUGH, R.R. The Haugh unit for measuring egg quality. **United States Egg Poultry Magazine**. v.43, p.552-555, 1937.
- KIEFER, C. Minerais quelatados na nutrição de aves e suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**. v.2, n°3, p.206 –220, maio/junho, 2005.
- LUDEEN, T. Mineral proteinates may have positive effect on shell quality. **Feedstuffs**, v.73, n.14, p. 10-15, 2001.
- MACARI, M., FURLAN, R.L., GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal, FUNED/UNESP, 2002. 173p.
- MACIEL, M.P.; SARAIVA, E.P.; AGUIAR, E.F. et al. Effect of using organic microminerals on performance and external quality of eggs of commercial laying hens at the end of laying. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.344-348, 2010.

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

NUNES, J.K.; SANTOS, V.L.; ROSSI, P.; ANCIUTI, M.A.; RUTZ, F.; MAIER, J.C.; SILVA, J.G.C. Qualidade de ovos e resistência óssea de poedeiras alimentadas com minerais orgânicos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, n.2, p.610-618, 2013.

PAIK I.K.; LIM, H.S. Effects of supplementary mineral methionine chelates (Zn, Cu, Mn) on the performance and eggshell quality of laying hens. **Journal of Animal Science**, v.16, p.1804-1808, 2003.

PEEBLES, E.D.; ZUMWALT, C.D.; DOYLE, S.M.; GERARD, P.D.; LATOUR, M.A.; BOYLE, C.R.; SMITH, T.W. Effects of breeder age and dietary fat source and level on broiler hatching egg characteristics. **Poultry Science**, v.79, p.698-704, 2000.

RUTZ, F.; PAN, E.A.; XAVIER, E.G.; ANCIUTI, M.A. Meeting selenium demands of modern poultry: responses to Sel-Plex™ organic selenium in broiler and breeder diets. **Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries**. 1ed., v.1, p.147-161, 2003.

RUTZ, F.; PAN, E.A.; XAVIER, G.B. Efeito de minerais orgânicos sobre o metabolismo e desempenho de aves. **Revista Aveworld**, 2007.

SAEG - UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV – **Sistema para Análise Estatística e Genética**. Versão 5.0. Viçosa, 1997.

SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 283p., 2007.

SANTOS, M.S.V. **Avaliação do desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais, submetidas às dietas suplementadas com diferentes óleos vegetais**. 174f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.

SCATOLINI A.M. **Mn, Zn e Se associados a moléculas orgânicas na alimentação de galinhas poedeiras no segundo ciclo de produção**. Dissertação (Mestrado). Jaboticabal (SP): Universidade Estadual Paulista; 2007.

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

SWIATKIEWICZ, S.; KORELESKI, J. The effect of zinc and manganese source in the diet for laying hens on eggshell and bones quality. **Veterinári Medicina**, v.53, p.553-563, 2008.

XAVIER, I.M.C.; CANÇADO, S.V.; FIGUEIREDO, T.C.; LARA, L.J.C.; LANA, A.M.Q.; SOUZA, M.R.; BAIÃO, N.C. Qualidade de ovos de consumo submetidos a diferentes condições de armazenamento. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.4, p.953-959, 2008.

YILDIZ, N.; ERISIR, Z.; SAHIM, K.; GURSES, M. Effect of zinc picolinate on the quality of Japanese quail eggs. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v.5, p.1181-1184, 2006.

Tabela 1. Composição calculada da ração basal para codornas em postura (79 dias).

Ingrediente	Inclusão (g.Kg ⁻¹)
Milho moído	596,49
Farelo de Soja 45%	283,13
Farinha de Carne e Ossos 44%	29,80
Óleo de soja	11,11
Calcário	64,71
Fosfato Bicálcico	1,24
Sal Comum	2,71
L-Lisina HCl 78%	2,59
Dl-Metionina 99%	3,93
L-Triptofano 98%	0,32
L-Valina 99%	0,28
L-Treonina 98,5%	0,22
Cloreto de Colina 60%	1,00
Suplemento Vitamínicos Aves ¹	1,00
Bacitracina de Zinco	0,12
Butil-hidroxi-tolueno (BHT)	0,10
Espaço reserva (inerte) ²	1,25
TOTAL	1000,00
Composição Calculada	
Energia Metabolizável (Kcal/Kg)	2.850
Proteína Bruta (g.Kg ⁻¹)	188,00
Fósforo disponível (g.Kg ⁻¹)	3,04
Cálcio (g.Kg ⁻¹)	29,22
Sódio (g.Kg ⁻¹)	1,46
Lisina digestível (g.Kg ⁻¹)	10,97
Metionina+Cistina. digestível (g.Kg ⁻¹)	9,00
Treonina digestível (g.Kg ⁻¹)	6,58
Manganês (g.Kg ⁻¹)	50,00
Zinco (g.Kg ⁻¹)	40,00
Ferro (g.Kg ⁻¹)	30,00
Cobre (g.Kg ⁻¹)	6,00
Iodo (mg/kg)	400
Selênio (mg/kg)	180

¹ Suplemento vitamínico (por Kg do produto): vitamina A-8.000.000 UI; vitamina D3-2.000.000 UI; vitamina K3-1.8000 mg; vitamina B1-1.500 mg; vitamina B12-12.000 mcg; vitamina B2-5.000 mg; vitamina B6-2.800 mg; vitamina E-15.000 UI; niacina-35g; biotina-25 mg; ácido pantotênico-12 g; ácido fólico-750 mg; Butil-hidroxi-tolueno-1.000 mg.

² Areia lavada.

Tabela 2. Peso médio dos ovos (PMO), taxa de postura (TP), massa de ovo (MOC) de codornas japonesas postura que receberam dietas com substituição da fonte inorgânica de microminerais por fonte orgânica.

Níveis		PMO (g)		TP (%)		MOC (g)
MO ¹	MI ²	Comerciais	Totais	Comerciais/Totais	Ovos/Ave/Dia	
2,0	8,0	11,15	95,20	95,88	99,28	10,62
4,0	6,0	11,02	94,74	95,74	98,95	10,44
6,0	4,0	11,04	94,74	96,10	98,58	10,45
8,0	2,0	10,98	95,64	96,49	99,12	10,50
10,0	0,0	11,16	93,37	95,78	97,48	10,41
0,0	10,0	10,99	93,97	95,62	98,27	10,32
Erro Padrão (%)		0,13	1,22	0,99	0,64	0,15

¹ Microminerais orgânicos;

² Microminerais Inorgânicos;

Níveis – inclusão em g.Kg⁻¹

Tabela 3. Consumo de ração (CR), conversão alimentar por massa de ovo (CAGG) e conversão alimentar quilograma por dúzia de ovos (CAKD) de codornas japonesas postura que receberam dietas com substituição da fonte inorgânica de microminerais por fonte orgânica.

Níveis		CR (g)	CAGG (g/g) (Kg/dz)	CAKD
MO ¹	MI ²			
2,0	8,0	23,77	2,241	0,300
4,0	6,0	23,76	2,278	0,301
6,0	4,0	23,54	2,253	0,298
8,0	2,0	23,18	2,207	0,291
10,0	0,0	23,91	2,297	0,307
0,0	10,0	23,27	2,257	0,298
Erro Padrão (%)		0,33	0,03	0,01

¹ Microminerais orgânicos;

² Microminerais Inorgânicos;

Níveis – inclusão em g.Kg⁻¹.

Tabela 4. Peso relativo (%) e absoluto (g) de gema (PG), de albúmen (PA) e de casca (PC) e unidade Haugh (UH) de codornas japonesas postura que receberam dietas com substituição da fonte inorgânica de microminerais por fonte orgânica.

Níveis		Gema		Albúmen		Casca		Unidade Haugh
MO ¹	MI ²	%	g	%	g	%	g	
2,0	8,0	31,26	3,503	60,39	6,769	8,35	0,935	84,75
4,0	6,0	30,99	3,377	60,82	6,627	8,19	0,892	85,41
6,0	4,0	31,11	3,426	60,46	6,657	8,43	0,927	85,04
8,0	2,0	31,37	3,421	60,18	6,567	8,45	0,921	85,51
10,0	0,0	31,29	3,469	60,59	6,716	8,11	0,899	85,62
0,0	10,0	31,20	3,369	60,58	6,540	8,21	0,886	85,86
Erro Padrão (%)		0,28	0,05	0,34	0,10	0,19	0,02	0,75

¹ Microminerais orgânicos;

² Microminerais Inorgânicos;

Níveis – inclusão em g.Kg⁻¹.

CAPÍTULO 2

Níveis de microminerais orgânicos na dieta de codornas japonesas

Artigo elaborado conforme as normas para submissão de artigos científicos da revista *Semina: Ciências Agrárias*

Níveis de microminerais orgânicos na dieta de codornas japonesas

Levels of organic trace minerals in the diet of Japanese quails

RESUMO

Avaliou-se o desempenho produtivo e a qualidade dos ovos de codornas japonesas em postura, utilizando a redução da suplementação de microminerais orgânicos em substituição aos microminerais inorgânicos. Foram utilizadas 480 codornas japonesas fêmeas, com 79 dias de idade, distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso com seis tratamentos, 10 repetições e oito aves por unidade experimental, em um período de 84 dias, subdividido em quatro períodos de 21 dias. Foi utilizada uma mesma ração basal, variando apenas os níveis e a fonte dos microminerais utilizados. A esta ração foi adicionada cinco diferentes níveis de microminerais orgânicos 25; 50; 75; 100 e 125% da recomendação para o complexo mineral orgânico e um nível com microminerais inorgânicos (100% da recomendação) com valor de 1 kg de microminerais por tonelada de ração, totalizando 6 tratamentos. Ração e água foram fornecidos à vontade durante todo o período experimental. As variáveis analisadas foram consumo de ração, taxa de postura, peso médio do ovo, massa dos ovos, conversão alimentar por massa do ovo e por dúzia de ovos, peso relativo e absoluto da gema, do albúmen e da casca, e foi determinada a unidade Haugh. Os parâmetros avaliados não foram afetados de forma significativa pelos diferentes níveis de uso dos minerais orgânicos. Observou-se que é possível reduzir para 25% da recomendação de microminerais, quando utiliza-se microminerais orgânicos sem efeito sobre desempenho produtivo e de qualidade de ovos de codornas japonesas.

Palavras-chave: biodisponibilidade, minerais quelatados, nutrição

ABSTRACT

This study evaluated the productive performance and egg quality of Japanese quails using the reduction of supplementation of organic trace minerals to replace inorganic trace minerals. Were used 480 Japanese female quails, with 79 days of age, distributed in a completely randomized design, with six treatments, 10 replicates and eight birds each, in a period of 84 days, divided into four periods of 21 days. We used the same basal diet, only varying levels and the source of trace minerals used. To this feed is added five different levels of organic trace minerals 25; 50; 75; 100 and 125% of the recommendation for organic mineral complex and a level with inorganic trace minerals (100% of the recommendation) with value of 1 kg of trace minerals per ton of feed, totaling 6 treatments. Feed and water were provided ad libitum throughout the experimental period. The variables analyzed were feed intake, egg production, average egg weight, egg mass, feed conversion per egg mass and per dozen eggs, relative and absolute yolk, albumen and shell, and was determined to Haugh units. The evaluated parameters were not significantly affected by different levels of use of organic minerals. It was observed that can be reduced to 25% of trace minerals recommendation, when organic trace minerals is used without effect on growth performance and quality of Japanese quail eggs.

Keywords: bioavailability, chelated minerals, nutrition

8. INTRODUÇÃO

A criação de codornas com intuito produtivo destaca-se na avicultura pela qualidade de seus produtos, carne e ovos, precocidade dos animais e por seu manejo simplificado. Sobretudo, para que esses animais possam atingir sua eficiência produtiva, alguns fatores são essenciais, e dentre eles tem-se a nutrição.

Para obter boa nutrição, é fundamental fornecer todos os nutrientes e a energia em quantidades e relações entre si, adequadamente. Dentre estes nutrientes estão os minerais, pois estes participam de todos os processos bioquímicos corporais (SECHINATO et al., 2006).

Segundo Saldanha et al. (2009), os minerais representam cerca de 3 a 4% do peso vivo das aves e os alimentos fornecidos às aves, apresentam concentrações diversas, sendo necessário o seu balanceamento na ração, para que sejam disponibilizados de forma adequada para a síntese de tecidos corporais.

Uma das mais importantes limitações nutricionais para aves são os minerais, uma vez que, o milho e o farelo de soja, matérias primas utilizadas na fabricação das rações, geralmente, não possuem nutrientes suficientes que atendam às necessidades dos animais, tornando necessária a suplementação destes (SECHINATO et al., 2006).

Os minerais são elementos essenciais para boa nutrição animal, sendo classificados em dois grupos, macrominerais e microminerais ou elementos traços. Esta classificação está relacionada com a concentração dos elementos nos tecidos, o que de certa forma, indica sua necessidade orgânica (KIEFER, 2005).

Geralmente nas rações de aves são utilizados minerais na forma de sais inorgânicos, como sulfatos, cloretos, carbonatos e óxidos (ARAUJO et al., 2008). Porém, segundo Rutz et al. (2007), ao alcançarem o trato digestório, os minerais devem ser inicialmente solubilizados para liberarem íons e assim serem absorvidos. No entanto, estando na forma iônica os minerais podem se complexar com outros componentes da dieta, formando complexos insolúveis que não são utilizados pela ave, dificultando a absorção ou tornando-os indisponíveis. Sabendo-se dessa incerteza na biodisponibilidade às aves, os níveis de minerais fornecidos nas dietas são normalmente superiores à exigência nutricional, de forma a atender às necessidades do organismo, resultando em uso excessivo na dieta e, conseqüentemente, elevando a excreção e contaminando o meio ambiente.

Na forma orgânica, os minerais podem apresentar melhor biodisponibilidade em relação aos minerais inorgânicos (MACIEL et al., 2010), chegando a ultrapassar 90% (JUNQUEIRA, 2008). Estes são absorvidos pelos carreadores intestinais de aminoácidos e peptídeos e não por transportadores intestinais clássicos de minerais. Isso evita a competição entre os minerais pelos mesmos sítios de absorção. Assim, não só aumenta a biodisponibilidade, mas também a velocidade de transporte para os tecidos, onde permanecem armazenados por períodos mais longos que os inorgânicos, culminando em melhorias na vida útil das aves e conseqüentemente na sua produção (KIEFER, 2005).

Assim, com essa maior absorção, os minerais orgânicos podem ser incluídos em menor nível na dieta do que o mineral inorgânico, sem qualquer efeito negativo sobre o desempenho produtivo, e podem, potencialmente, reduzir a excreção de minerais, reduzindo a poluição ambiental (NOLLET et al., 2007).

Dessa forma, objetivou-se com esse trabalho avaliar o desempenho produtivo e a qualidade dos ovos de codornas japonesas em postura, por meio da redução da suplementação de microminerais orgânicos em substituição aos microminerais inorgânicos.

9. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no setor de avicultura do Instituto Federal do Espírito Santo, no campus de Alegre, localizado em Rive, no município de Alegre no Estado do Espírito Santo. As análises laboratoriais foram realizadas no laboratório de Bromatologia e Nutrição Animal da Universidade Federal do Espírito Santo, no campus de Alegre, Espírito Santo.

Foram utilizadas 480 codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) fêmeas, com 79 dias de idade e peso médio inicial de $174 \pm 22,5$ gramas. Durante todo o período experimental as aves receberam ração e água à vontade, sendo a ração fornecida duas vezes ao dia. De forma a reduzir possíveis desperdícios, foram confeccionadas telas individuais para os comedouros.

As aves utilizadas foram distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso com seis tratamentos, 10 repetições e oito aves por unidade experimental, durante 84 dias, distribuídos em quatro períodos de 21 dias. Os animais foram distribuídos nas unidades experimentais considerando o peso corporal e a produção de ovos como critério de seleção (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2007). Para esta distribuição, no período pré-experimental, as aves foram submetidas a amostragem de peso, e distribuídas considerando a média de peso, mais ou menos o desvio padrão. Após a distribuição por peso, foi realizado o controle da produção de ovos, durante 14 dias, para a distribuição das aves, considerando a taxa de postura.

Os animais foram alojados em galpão de alvenaria, disposto no sentido leste oeste, com dimensões de 6 x 27 metros, pé direito de 4 metros, com lanternim, cortinas laterais, ventiladores e cobertura de telhas de barro. Foram utilizadas vinte gaiolas de arame galvanizado dispostas em sistema piramidal, em três andares. Cada gaiola com dimensões 0,9 x 0,33 x 0,15m e subdivisões internas de forma a constituir três unidades experimentais de 0,33m de comprimento cada uma, com comedouros frontais do tipo calha e bebedouros automáticos do tipo nipple.

Foi formulada uma ração a base de milho e farelo de soja de acordo com a tabela 1, variando apenas os níveis e a fonte dos microminerais utilizados. A essa ração basal, foram adicionados cinco diferentes níveis de microminerais orgânicos 25; 50; 75; 100 e 125% da recomendação (NRC, 1994) e um nível com microminerais inorgânicos, com 100% da recomendação (NRC, 1994), totalizando 6 tratamentos. Assim, o tratamento 1 continha $2,5 \text{ g.Kg}^{-1}$ de inclusão de microminerais orgânicos, o tratamento 2 continha $5,0 \text{ g.Kg}^{-1}$ de inclusão de microminerais orgânicos, o tratamento 3 continha $7,5 \text{ g.Kg}^{-1}$ de inclusão de microminerais orgânicos, o tratamento 4 continha $10,0 \text{ g.Kg}^{-1}$ de inclusão de microminerais orgânicos, o tratamento 5 continha $12,5 \text{ g.Kg}^{-1}$ de inclusão de microminerais orgânicos e o tratamento 6 continha $10,0 \text{ g.Kg}^{-1}$ de inclusão de microminerais orgânicos.

O complexo de microminerais orgânicos utilizado foi um produto comercial, na forma de proteinato metálico, composto por manganês (mín.) $50,00 \text{ g.Kg}^{-1}$; zinco (mín.) $40,00 \text{ g.Kg}^{-1}$; ferro (mín.) $30,00 \text{ g.Kg}^{-1}$; cobre (mín.) $6,00 \text{ g.Kg}^{-1}$; iodo (mín.) 400 mg/kg e selênio (mín.) 180 mg/kg . Já o complexo de microminerais inorgânicos foi elaborado com a mesma composição e níveis de microminerais do complexo orgânico.

Foi utilizado programa de 24 horas de luz contínua, sendo considerada luz natural mais luz artificial. As mensurações de temperatura do ar e umidade relativa do ar dentro das instalações foram registradas por meio de data logger, com registros simultâneos a cada 60 minutos, totalizando 24 leituras diárias.

Foram observadas as seguintes variáveis de desempenho e de qualidade dos ovos: consumo de ração (g/ave/dia), a taxa de postura ovos comerciais e não comerciais (bicados, cascas finas, trincadas e deformadas) (%), o peso médio dos ovos (g), a massa de ovos (g de ovo/ave/dia), a conversão alimentar (g/g e Kg/dúzia) e variáveis de qualidade de ovos como peso médio absoluto (g) e relativo (%) de albúmen, gema e casca e unidade Haugh.

Ao final de cada período experimental, o consumo de ração foi calculado, utilizando a diferença entre a ração fornecida e as sobras, para cálculo de consumo de ração, conversão alimentar por massa e por dúzia de ovos.

Durante a fase experimental, as aves mortas e as sobras das rações foram pesadas para ajustar o controle do consumo, taxa de postura e conversão alimentar (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2007). A produção de ovos foi avaliada por meio de coletas diárias, sempre às 08h00, considerando o número total de ovos, incluindo ovos comerciais e não comerciais. A taxa de postura, o peso médio dos ovos, a massa de ovos e a conversão alimentar (g/g e Kg/dz) foram obtidas considerando o número de ovos comerciais.

Ao final do segundo e do quarto período experimental, foram coletados durante os três últimos dias, 5 ovos/dia de cada unidade experimental, totalizando 15 ovos por unidade experimental, para mensuração do peso médio dos ovos de forma a obter valores de massa de ovos, conversão alimentar e parâmetros de qualidade dos ovos.

Do total dos 15 ovos selecionados aleatoriamente, cinco ovos foram separados e utilizados para a determinação dos parâmetros da qualidade do ovo (peso absoluto e relativo de albúmen, gema, e casca).

Os ovos foram quebrados, tendo a gema separada do albúmen e casca. As gemas e as cascas dos ovos de cada unidade experimental foram pesadas e por diferença, obteve-se o peso do albúmen. Antes da pesagem das cascas, as mesmas foram lavadas e secas em estufa de circulação de ar forçado a 65°C por 24 horas, para que fosse feita a pesagem. Para determinação da unidade Haugh foram selecionados três ovos aleatoriamente, que foram levados para laboratório para a pesagem em balança com precisão de 0,01g e mensuração da altura do albúmen espesso por meio de paquímetro digital em suporte de tripé, disposto em superfície plana e nivelada.

Para determinação da unidade Haugh, utilizou-se equação descrita por Haugh (1937): $HU = 100 \times \text{Log} (H - 1,7 \times W^{0,37} + 7,6)$. Onde H é a altura do albúmen espesso e W é o peso do ovo inteiro.

Foi realizada análise de variância e posterior regressão polinomial. Para a comparação dos resultados da ração testemunha (minerais inorgânicos) com cada um dos níveis de inclusão do mineral orgânico, foi aplicado o teste de Dunnett (Sampaio, 1998) quando encontrado efeito significativo. As análises estatísticas foram efetuadas utilizando o sistema de análises estatísticas e genéticas (SAEG, 2007) desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa.

O estudo foi realizado de acordo com os princípios éticos da experimentação animal, adotados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA-UFES), com certificado e protocolo nº 074/2013.

10. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias de temperatura e umidade relativa do ar registradas durante o período experimental foram de $28,57 \pm 6,6^\circ\text{C}$ e $77,4 \pm 26,6\%$. Segundo Oliveira (2004) a faixa de conforto térmico está entre temperaturas de 18 a 24°C e umidade relativa do ar entre 65 e 70%, assim é possível afirmar que as aves foram expostas a condições de estresse por calor e umidade durante o período experimental. Porém, essa situação não aparenta ter afetado a produtividade dos animais, já que o desempenho apresentou resultados dentro da faixa considerada normal para codornas japonesas. Albino e Barreto (2003) afirmam que codornas japonesas apresentam boa produção mesmo em condições de estresse térmico, destacando temperaturas entre 5 e 30°C .

Não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre as diferentes fontes de microminerais e os diferentes níveis de inclusão testados, assim, não influenciaram o peso médio dos ovos, a taxa de postura, a massa de ovos (Tabela 2), o consumo de ração, a conversão alimentar por massa de ovo e conversão alimentar quilograma por dúzia de ovos (Tabela 3), mostrando que as fontes de microminerais e os níveis utilizados foram suficientes para atender à necessidade produtiva dos animais. Uma das justificativas para que, mesmos os níveis mais baixos de microminerais orgânicos atenderem a necessidade nutricional das aves pode ser a sua maior biodisponibilidade. Segundo Kiefer (2005), a biodisponibilidade dos minerais orgânicos é superior a 90%, enquanto que, os microminerais sem a molécula orgânica são absorvidos em média de 10 a 18% pelos animais. Isso sugere que utilizando microminerais orgânicos os níveis de recomendação devem ser alterados, visto que utilizando apenas 25% da recomendação de microminerais foram mantidos os índices produtivos. Brito et al. (2006), relataram que os níveis de inclusão de microminerais nas dietas de poedeiras utilizados no mercado brasileiro são superiores aos requeridos pelas aves.

Os microminerais no momento da absorção sofrem intensa competição entre si, comparados a outros componentes presentes no lúmen intestinal. Altas concentrações de cobre facilitam sua absorção, porém, a absorção de zinco pode ser reduzida pelo excesso de cobre, fitatos e gorduras saturadas. A eficiência de absorção do manganês é reduzida, principalmente na presença de cálcio, fósforo e ferro, podendo até mesmo ocorrer a total inibição (MACARI et al., 2002). Os microminerais na forma inorgânica são absorvidos em média de 10 a 18% pelas células do epitélio intestinal, enquanto que, quando ligados a estrutura orgânica essa absorção pode chegar a 90% (KIEFER, 2005). Assim, a utilização de microminerais orgânicos com maior biodisponibilidade pode minimizar essa competição, pois utilizaria vias secundárias de absorção, não as tradicionais dos minerais, uma vez que, eles seriam absorvidos pelos sítios de absorção das moléculas orgânicas.

Os dados referentes ao desempenho obtidos nesse trabalho são semelhantes aos encontrados na literatura para codornas japonesas adultas. Gravena et al. (2011) encontraram a média de 11,09 para peso médio de ovo de codornas, enquanto que, nessa pesquisa, o valor médio foi de 11,11 para esse mesmo parâmetro. Isso demonstra que os resultados estão dentro do esperado para esses animais.

Apesar da alta biodisponibilidade dos microminerais orgânicos, como relatada na literatura, não foi possível observar alterações no desempenho dos animais, evidenciando que, mesmo em diferentes níveis de substituição, o desempenho é semelhante ao de microminerais inorgânicos.

Leeson (2008), ao trabalhar com poedeiras Leghorn alimentadas com níveis recomendados dos microminerais inorgânicos cobre, zinco e ferro, e outro grupo alimentado com rações contendo 20% da recomendação, utilizando minerais orgânicos, observou que a produção de ovos não foi afetada.

Albuquerque (2004) e Sechinato et al. (2006) 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 dietas para 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 testado individualmente e/ou associado, sobre o peso dos ovos, porcentagem de postura e consumo de ração. Estes resultados foram confirmados por Lundeen (2001).

Porém, estes resultados são diferentes aos encontrados por Paik e Lim (2003), que observaram melhoria na produção de ovos de poedeiras utilizando microminerais orgânicos (Zn, Cu, Mn) e de Figueiredo Júnior et al. (2013), que encontraram uma melhor produção, massa de ovo, peso médio de ovo e conversão alimentar em poedeiras semipesadas quando utilizados os microminerais orgânicos (Fe, Cu, Mn, Zn, Se e I).

Em relação a conversão alimentar das aves, Sechinato et al. (2006) não obtiveram melhora na conversão das aves de linhagem Babcock (52 a 58 semanas de idade) durante 12 semanas de experimentação utilizando microminerais na forma orgânica, quando comparados ao tratamento inorgânico. Ludeen (2001), também não encontrou diferença estatística na conversão alimentar e no consumo de ração com uso de minerais orgânicos e inorgânicos (Zn e Mn), no período de 40 a 60 semanas de idade das aves.

Assim como nos parâmetros produtivos, as duas fontes e os diferentes níveis de microminerais testados não influenciaram significativamente ($P > 0,05$) nenhum parâmetro de qualidade dos ovos (Tabela 4). Estes resultados se assemelham aos obtidos por Lundeen (2001) e Saldanha et al. (2009), que não observaram efeito de tratamento sobre a qualidade interna dos ovos, ao compararem dietas que continham minerais inorgânicos com dietas com minerais orgânicos.

Os minerais exercem grande influência sobre a fisiologia e a qualidade dos ovos das aves. O zinco possui importante papel na formação da casca do ovo, uma vez que, para a formação da casca é necessário que a enzima anidrase carbônica (que contém zinco) atue na formação de íons bicarbonatos, que juntamente com o cálcio, formará o carbonato de cálcio a ser depositado na casca do ovo. Além dessa importante função, esse composto químico atua no tamponamento do pH duodenal, para que ocorra maior eficiência das enzimas digestivas duodenais. Porém, com o excesso de zinco, as aves diminuem o consumo de ração e podem vir a ter inatividade pancreática, com conseqüente queda na produção de insulina. Essas alterações hormonais fazem com que as aves parem a postura (BEORLEGUI; MATEOS, 1991). O selênio é componente da enzima glutationala-peroxidase, que tem atividade antioxidante celular, evitando a formação de peróxidos. Em caso de deficiência, além do aumento de peróxidos que podem causar necroses, ocorre redução de crescimento e da taxa de postura (MACARI et al., 2002). Esses exemplos demonstram o quanto os microminerais são importantes para a manutenção da postura dos ovos.

Em relação aos parâmetros específicos de qualidade do ovo, a unidade Haugh é a mais comumente utilizada (XAVIER et al., 2008). Ela é expressa através da relação entre o peso do ovo e a altura do albúmen

espesso (PEEBLES et al. 2000). Valores elevados para unidade Haugh estão associados a melhor qualidade do ovo (BERARDINELLI et al., 2003).

A qualidade do ovo varia em função do logaritmo do albúmen espesso, dessa forma, Haugh (1937) desenvolveu fator de correção para o peso do ovo, que, multiplicado pelo logaritmo do albúmen e corrigido por 100, resulta na unidade Haugh (BRANT et al., 1951). Relacionada a esse percentual, existe a classificação da qualidade do ovo (EGG GRADING MANUAL, 2000), expressa em porcentagem da unidade Haugh, classificando em A, quando acima de 60%, B, com variação de 30 a 59% e C, quando abaixo de 29%. Assim, os dados referentes a unidade Haugh deste trabalho podem ser classificados em tipo A, demonstrando que a substituição do tipo de micromineral não alterou a qualidade do ovo.

Em estudo com poedeiras semipesadas, avaliando-se o efeito da utilização de níveis crescentes de minerais orgânicos, Nunes et al. (2013) não observaram variações significativas para as variáveis altura do albúmen, unidade Haugh e peso da gema. Porém, para peso do albúmen dos ovos das aves alimentadas com o nível intermediário de microminerais orgânicos, foi observado maior valor. Mabe (2001) comparando a forma orgânica e inorgânica de suplementação de zinco e manganês não encontrou diferença estatística nos parâmetros de qualidade de ovos.

Figueiredo Júnior et al. (2013), utilizando três diferentes níveis de microminerais orgânicos em comparação com o inorgânico, na alimentação de poedeiras semipesadas, não encontraram efeito significativo para peso da gema, peso do albúmen e unidade Haugh. Assim como Swiatkiewicz e Koreleski (2008), suplementaram dietas de poedeiras com microminerais orgânicos isolados e em forma de complexo micromineral e não observaram qualquer efeito sobre as características da qualidade dos ovos.

Resultados contrários dos observados nesta pesquisa foram relatados quando, utilizando combinação de minerais orgânicos na dieta (zinco, selênio e manganês), Rutz et al. (2003) observaram melhora no peso do albúmen e da gema do ovo de poedeiras, durante o segundo ciclo de postura. Gravena et al. (2001) encontraram melhora significativa para a unidade Haugh em ovos de codorna, quando as rações das aves foram suplementadas com zinco orgânico. Resultados semelhantes foram obtidos por Tabatabaei et al. (2007), verificaram que, os valores de unidade Haugh de ovos de poedeiras suplementadas com zinco orgânico na dieta foram melhores do que o tratamento sem suplementação, enquanto as demais características de qualidade dos ovos não foram afetadas.

Yildiz et al. (2006) verificaram que a suplementação da dieta de codornas japonesas em postura com zinco orgânico proporcionou melhora na qualidade dos ovos em função do aumento da espessura da casca, da melhora no índice de gema e aumento do peso dos ovos.

Assim, pelos resultados obtidos no presente trabalho, pode-se concluir que é possível reduzir para 25% da recomendação de microminerais na dieta, quando utiliza-se microminerais orgânicos sem que haja efeito sobre o desempenho produtivo e a qualidade de ovos de codornas japonesas.

11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBINO, L.F.T.; BARRETO, S.L.T. **Criação de codornas para produção de ovos e carnes**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2003. 289p.
- ALBUQUERQUE R. **Produção e qualidade da casca de ovos de galinhas poedeiras recebendo microminerais orgânicos em sua dieta**. [Tese Livre-Docência]. Pirassununga (SP): Universidade de São Paulo; 2004.
- ARAÚJO, J.A.; SILVA, J.H.V.; AMÂNCIO, A.L.L.; LIMA, C.B.; OLIVEIRA, E.R.A. Fontes de Minerais para Poedeiras, **Acta Veterinária Brasileira**, v.2, n.3, p.53-60, 2008.
- BEORLEGUI, C. B.; MATEOS, G. G. Factores que influyen en la calidad del huevo. **Nutricion y alimentacion de las gallinas ponedoras**, 9a ed. Madri: Mundi-Prensa, 1991. 227-248p.
- BERARDINELLI, A.; DONATI, V.; GIUNCHI, A.; GUARNIERI, A.; RAGNI, L. Effects of transport vibrations on quality indices of shell eggs. **Biosystems Engineering**, v.86, p.495-502, 2003.
- BRANT, A.W.; OTTE, A.W.; NORRIS, K.H. Recommended standard for scoring and measuring opened egg quality. **Food Technology**, v.5, p.356, 1951.
- BRITO, J.A.G.; BERTECHINI, A.G.; FASSANI, E.J.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F. Uso de microminerais sob a forma de complexo orgânico em rações de frangas de reposição no período de 7 a 12 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.1342-1348, 2006.
- EGG GRADING MANUAL, United Stats Department of Agriculture- USDA, **Agricultural Handbook**, nº 75, 2000.
- FIGUEIREDO JÚNIOR, J.P.; COSTA, F.G.P.; GIVISIEZ, P.E.N.; LIMA, M.R.; SILVA, J.H.V.; LIMA, D.F.F.; SARAIVA, E.P.; SANTANA, M.H.M. Substituição de minerais inorgânicos por orgânicos na alimentação de poedeiras semipesadas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, vol.65 no.2, p.513-518, 2013.
- GRAVENA, R.A.; MARQUES, R.H.; PICARELLI J.; SILVA, J.D.T.; ROCCON, J.; HADA, F.H.; QUEIROZ, S.A.; MORAES, V.M. B. Suplementação da dieta de codornas com minerais nas formas orgânicas sobre o desempenho e a qualidade dos ovos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.6, p.1453-1460, 2011.
- HAUGH, R.R. The Haugh unit for measuring egg quality. **United States Egg Poultry Magazine**. v.43, p.552-555, 1937.
- JUNQUEIRA O.M. **Nutrição animal: Quelatos na alimentação animal** – Boletim técnico. 2008. Disponível em: <<http://www.pedrovet.com.br/trabalhosC/QuelatosnaAlimentacao.doc>>. Acesso em: 05 junho 2011.
- KIEFER, C. Minerais quelatados na nutrição de aves e suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**. v.2, nº3, p.206 –220, maio/junho, 2005.
- LEESON, S. Trace minerals in poultry nutrition-2. Copper and zinc – the next pollution frontier. **World Poultry**, v.3, 14-16p., 2008.
- LUNDEEN, 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, São Paulo, 2001.

MACARI, M., FURLAN, R.L., GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal, FUNED/UNESP, 2002. 173 p.

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

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

NUNES, J.K.; SANTOS, V.L.; ROSSI, P.; ANCIUTI, M.A.; RUTZ, F.; MAIER, J.C.; SILVA, J.G.C. Qualidade de ovos e resistência óssea de poedeiras alimentadas com minerais orgânicos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, n.2, p.610-618, 2013.

OLIVEIRA, B. L. Importância do manejo na produção de ovos de codornas. In: II SIMPÓSIO INTER. E I CONGRES. BRAS. DE COTURNICULTURA. **Anais...**, Lavras. 2004. p.95

PAIK I.K.; LIM, H.S. Effects of supplementary mineral methionine chelates (Zn, Cu, Mn) on the performance and eggshell quality of laying hens. **Journal of Animal Science**, v.16, p.1804-1808, 2003.

PEEBLES, E.D.; ZUMWALT, C.D.; DOYLE, S.M.; GERARD, P.D.; LATOUR, M.A.; BOYLE, C.R.; SMITH, T.W. Effects of breeder age and dietary fat source and level on broiler hatching egg characteristics. **Poultry Science**, v.79, p.698-704, 2000.

RUTZ, F.; PAN, E.A.; XAVIER, E.G.; ANCIUTI, M.A. Meeting selenium demands of modern poultry: responses to Sel-Plex™ organic selenium in broiler and breeder diets. **Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries**. 1ed., v.1, p.147-161, 2003.

RUTZ, F; PAN, E.A; XAVIER, G.B. Efeito de minerais orgânicos sobre o metabolismo e desempenho de aves. **Revista Aveworld**, 2007.

SAEG - UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV – **Sistema para Análise Estatística e Genética**. Versão 5.0. Viçosa, MG, 1997.

SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007. 283p.

SALDANHA, E.S.P.B.; GARCIA, E.A.; PIZZOLANTE, E.A.; FAITTARONE, A.B.G; SECHINATO, A.; MOLINO, A.B.; LAGANÁ, C. Effect of organic mineral supplementation on the egg quality of semi-heavy layers in their second cycle of lay. **Brazilian Journal Poultry Science**, v.11, p.215-222, 2009.

SAMPAIO, I.B.M. **Estatística aplicada a experimentação animal**. Belo Horizonte- MG, Universidade Federal de Minas Gerais, p. 221, 1998.

SCATOLINI A.M. **Mn, Zn e Se associados a moléculas orgânicas na alimentação de galinhas poedeiras no segundo ciclo de produção**. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

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

SWIATKIEWICZ, S.; KORELESKI, J. The effect of zinc and manganese source in the diet for laying hens on eggshell and bones quality. **Veterinária Medicina**, v.53, p.553-563, 2008.

TABATABAEI, M.M.; ALIARABI, H.; SAKI, A.A.; AHMADI, A.; HOSSEINI, S.A.S. Effect of different sources and levels of zinc on egg quality and laying hens performance. **Pakistan Journal Biological Sciences**, v.10, p.3476-3478, 2007.

XAVIER, I.M.C.; CANÇADO, S.V.; FIGUEIREDO, T.C.; LARA, L.J.C.; LANA, A.M.Q.; SOUZA, M.R.; BAIÃO, N.C. Qualidade de ovos de consumo submetidos a diferentes condições de armazenamento. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.4, p.953-959, 2008.

YILDIZ, N.; ERISIR, Z.; SAHIM, K.; GURSES, M. Effect of zinc picolinate on the quality of Japanese quail eggs. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v.5, p.1181-1184, 2006.

Tabela 1. Composição calculada da ração basal para codornas em postura (79 dias).

Ingrediente	Inclusão (g.Kg ⁻¹)
Milho moído	596,49
Farelo de Soja 45%	283,13
Farinha de Carne e Ossos 44%	29,80
Óleo de soja	11,11
Calcário	64,71
Fosfato Bicálcico	1,24
Sal Comum	2,71
L-Lisina HCl 78%	2,59
DL-Metionina 99%	3,93
L-Triptofano 98%	0,32
L-Valina 99%	0,28
L-Treonina 98,5%	0,22
Cloreto de Colina 60%	1,00
Suplemento Vitamínicos Aves ¹	1,00
Bacitracina de Zinco	0,12
Butil-hidroxi-tolueno (BHT)	0,10
Espaço reserva (inerte) ²	1,25
TOTAL	1000,00
Composição Calculada	
Energia Metabolizável (Kcal/Kg)	2.850
Proteína Bruta (g.Kg ⁻¹)	188,00
Fósforo disponível (g.Kg ⁻¹)	3,04
Cálcio (g.Kg ⁻¹)	29,22
Sódio (g.Kg ⁻¹)	1,46
Lisina digestível (g.Kg ⁻¹)	10,97
Metionina+Cistina. digestível (g.Kg ⁻¹)	9,00
Treonina digestível (g.Kg ⁻¹)	6,58
Manganês (g.Kg ⁻¹)	50,00
Zinco (g.Kg ⁻¹)	40,00
Ferro (g.Kg ⁻¹)	30,00
Cobre (g.Kg ⁻¹)	6,00
Iodo (mg/kg)	400
Selênio (mg/kg)	180

¹ Suplemento vitamínico (por Kg do produto): vitamina A-8.000.000 UI; vitamina D3-2.000.000 UI; vitamina K3-1.8000 mg; vitamina B1-1.500 mg; vitamina B12-12.000 mcg; vitamina B2-5.000 mg; vitamina B6-2.800 mg; vitamina E-15.000 UI; niacina-35g; biotina-25 mg; ácido pantotênico-12 g; ácido fólico-750 mg; Butil-hidroxi-tolueno-1.000 mg.

² Areia lavada.

Tabela 2. Peso médio dos ovos (PMO), taxa de postura (TP), massa de ovo (MOC) de codornas japonesas postura submetidas a duas fontes e aos diferentes níveis de microminerais.

Níveis	PMO (g)	TP (%)			MOC (g) Ovos/ Ave/ Dia
		Comerciais	Totais	Comerciais/Totais	
2,5 MO	10,98	94,27	95,63	98,58	10,35
5,0 MO	11,18	93,47	95,03	98,34	10,45
7,5 MO	11,08	93,44	95,44	97,87	10,35
10,0 MO	11,13	93,37	95,78	97,48	10,39
12,5 MO	11,21	92,83	94,33	98,39	10,40
10,0 MI	11,10	94,18	95,16	98,96	10,45
Erro Padrão (%)	0,11	1,81	1,59	0,66	0,21

MO - Microminerais orgânicos;

MI - Microminerais Inorgânicos;

Níveis – inclusão em g.Kg⁻¹.

Tabela 3. Consumo de ração (CR), conversão alimentar por massa de ovo (CAGG) e conversão alimentar quilograma por dúzia de ovos (CAKD) de codornas japonesas postura submetidas a duas fontes e aos diferentes níveis de microminerais.

	CR (g)	CAGG (g/g)	CAKD (Kg/dz)
2,5 MO	23,44	2,267	0,299
5,0 MO	23,56	2,259	0,304
7,5 MO	23,52	2,276	0,303
10,0 MO	22,90	2,207	0,295
12,5 MO	23,60	2,274	0,306
10,0 MI	23,69	2,275	0,303
Erro Padrão (%)	0,29	0,04	0,01

MO - Microminerais orgânicos;

MI - Microminerais Inorgânicos;

Níveis – inclusão em g.Kg⁻¹.

Tabela 4. Peso relativo (%) e absoluto (g) de gema (PG), de albúmen (PA) e de casca (PC) e unidade Haugh (UH) de codornas japonesas postura submetidas a duas fontes e aos diferentes níveis de microminerais.

Níveis	PG		PA		PC		UH
	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)	
2,5 MO	30,95	3,336	60,85	6,559	8,19	0,883	85,90
5,0 MO	31,31	3,444	60,52	6,657	8,17	0,899	84,86
7,5 MO	31,36	3,431	60,53	6,621	8,12	0,888	85,22
10,0 MO	31,51	3,449	60,24	6,597	8,25	0,903	85,95
12,5 MO	31,71	3,522	60,03	6,668	8,26	0,917	85,81
10,0 MI	31,08	3,443	60,74	6,723	8,18	0,906	84,74
Erro Padrão (%)	0,38	0,06	0,39	0,06	0,10	0,01	0,73

MO - Microminerais orgânicos;

MI - Microminerais Inorgânicos;

Níveis – inclusão em g.Kg⁻¹.