

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS**

BIBLIANA DA COSTA FERREIRA

**RELAÇÃO ZINCO COBRE EM DIETAS DE CODORNAS JAPONESAS EM
POSTURA**

ALEGRE, ES

2015

BIBLIANA DA COSTA FERREIRA

**RELAÇÃO ZINCO COBRE EM DIETAS DE CODORNAS JAPONESAS EM
POSTURA**

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 Nutrição e Reprodução Animal.

Orientador: Prof. DSc. José Geraldo de Vargas
Júnior

ALEGRE – ES

2015

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Setorial de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

F383r Ferreira, Bibliana da Costa, 1986-
Relação zinco cobre em dietas de codornas japonesas em postura /
Bibliana da Costa Ferreira. – 2015.

45 f.

Orientador: José Geraldo de Vargas Junior.

Coorientador: Walter Amaral Barboza.

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

1. Ave. 2. Minerais. 3. Produção. 4. Nutrição animal. 5. Ovos. I.
Vargas Junior, José Geraldo. II. Barboza, Walter Amaral. III. Universidade
Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias. IV. Título.

CDU: 619

AGRADECIMENTOS

A Deus pela saúde que me foi conferida para superar os desafios.

A Universidade Federal do Espírito Santo, seu corpo docente, direção e administração pela oportunidade disposta.

Ao Professor e Orientador José Geraldo de Vargas Júnior pela paciência, ensinamentos e suporte no pouco tempo que lhe coube.

A banca, pela disponibilidade e contribuição com o trabalho desenvolvido.

Aos colegas que estavam sempre dispostos em ajudar durante todo o experimento.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior do Ministério da Educação (CAPES/MEC) pelo apoio financeiro que certamente tornou possível esta pesquisa.

Aos familiares e colegas que colaboraram positivamente com a realização desta conquista.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado!!

BIBLIANA DA COSTA FERREIRA

**RELAÇÃO ZINCO COBRE EM DIETAS DE CODORNAS JAPONESAS EM
POSTURA**

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 Nutrição e Reprodução Animal.

Aprovada em 16 de Julho de 2015.

COMISSÃO EXAMINADORA



Orientador: Prof. DSc. José Geraldo de Vargas Júnior

Universidade Federal do Espírito Santo



Co-orientador: DSc. Walter Amaral Barboza

Universidade Federal do Espírito Santo



Examinador Interno: Prof^a. DSc. Mariana Duran Cordeiro

Universidade Federal do Espírito Santo



Examinador Externo: DSc. Claudson Oliveira Brito

Universidade Federal de Sergipe

“Embora ninguém possa voltar atrás e fazer um novo começo, qualquer um pode começar agora e fazer um novo fim”.

Chico Xavier

RESUMO

FERREIRA, BIBLIANA DA COSTA. **Relação zinco cobre em dietas de codornas japonesas em postura**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, 2015.

Objetivou-se verificar o efeito da suplementação de diferentes relações de zinco orgânico e do cobre inorgânico e também comparar os resultados com a dieta controle de codornas japonesas na fase de postura sobre o desempenho produtivo e qualidade dos ovos. Foram realizados dois experimentos simultâneos na área experimental da Universidade Federal do Espírito Santo, o primeiro uma regressão estatística, onde variou os níveis de zinco orgânico (35, 50, 65 e 80 mg/kg de ração) e manteve os níveis de cobre recomendados de 5mg/kg de ração, sendo quatro tratamentos e 320 codornas japonesas distribuídas ao acaso, no segundo ensaio em arranjo fatorial 3x2+1 com três níveis de zinco orgânico (35, 50 e 65 mg/kg) e dois níveis de cobre inorgânico (3,5 e 5 mg/kg) e uma dieta controle (50 e 5 mg/kg zinco e cobre inorgânicos respectivamente), com sete tratamentos, ambos experimentos com dez repetições e oito animais por unidade experimental. A ração basal foi formulada a base de milho e farelo de soja. A duração do período experimental foi de 84 dias divididos em 4 períodos de 21 dias. Sendo que ocorreu de dezembro de 2013 a março de 2014. Foram usadas cinco pré-misturas minerais e a base delas era composta por selenito de sódio, sulfato de manganês, iodato de cálcio, sulfato ferroso e sulfato de cobre, nos tratamentos com zinco orgânico tinha o proteinato de zinco (16% de zinco) e na dieta controle o óxido de zinco como fonte de zinco. 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, além da unidade Haugh. Observa-se no primeiro ensaio que os parâmetros avaliados não foram afetados de forma significativa pelas diferentes relações de minerais orgânicos e inorgânicos, exceto para peso relativo e absoluto da casca. No segundo ensaio não houve interação entre os níveis de zinco e de cobre, e nem entre estes e a dieta controle, para nenhum dos parâmetros analisados, mas analisando as médias de cada variável, observamos que houve diferença significativa para taxa de postura a relação ovos comerciais e totais, consumo de ração e na Unidade Haugh. Desta forma, pode-se concluir que a relação de 35 mg/kg de zinco

orgânico e 3,5 mg/kg cobre inorgânico atenderam os parâmetros de desempenho e de qualidade de ovos de codornas japonesas em postura.

Palavras chave: Aves. mineral. produção.

ABSTRACT

FERREIRA, BIBLIANA DA COSTA. 2015. **Zinc copper ratio of Japanese quails diets posture**. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, 2015.

Aimed to verify the effect of supplementation of different relations zinc organic and inorganic copper and compare the results with the control diet of Japanese quails in laying phase on performance and egg quality. Two simultaneous experiments were performed in the experimental area of the Federal University of Espírito Santo, the first a statistical regression, which varied the organic zinc levels (35, 50, 65 and 80 mg / kg diet) and kept the recommended copper levels 5mg / kg diet, four treatments and 320 Japanese quail distributed randomly in the second test in factorial arrangement 3x2 + 1 with three levels of organic zinc (35, 50 and 65 mg / kg) and two inorganic copper levels (3 , 5:05 mg / kg) and a control diet (50 and 5 mg / kg inorganic zinc and copper respectively), with seven treatments, both experiments with ten repetitions and eight animals each. The basal diet was formulated based on corn and soybean meal. The duration of the experiment lasted 84 days divided into 4 periods of 21 days. Five full mineral premixes and the base of which was composed of sodium selenite, manganese sulfate, calcium iodate, ferrous sulfate and copper sulfate, treatments with organic zinc had zinc proteinate (16% zinc) and the control diet zinc oxide as a zinc source. The variables analyzed were feed intake, laying rate, average egg weight, egg mass, feed conversion per egg mass and per dozen eggs, relative and absolute gem, albumen and shell, in addition to the unit Haugh. It is observed in the first trial that evaluated parameters were not significantly affected by different ratios of organic and inorganic minerals, except for absolute and relative weight of the shell. In the second trial there was no interaction between the levels of zinc and copper, and not between them and the control diet, for any of the parameters analyzed, but when we look at the averages of each variable, we can observe a significant difference for the performance variables feed intake and egg production rate to commercial and total egg relationship and quality variable egg Haugh unit. Thus, it can be concluded that the relationship of 35 mg / kg of organic zinc and 3.5 mg / kg inorganic copper met the performance and quality parameters of Japanese quails eggs in posture.

Keywords: Birds. mineral. Production

LISTA DE SIGLAS E/OU ABREVIATURAS

CAGG – Conversão alimentar por massa de ovos
CAKD - Conversão alimentar quilograma por dúzia de ovos
CR – Consumo de ração
Cu – Cobre
CV – Coeficiente de variação
H₂CO₃ - Ácido carbônico
MOC – Massa dos ovos comerciais
PM - Pré- mistura
PMO – Peso médio dos ovos
PMR – Peso médio relativo
PMA –Peso médio absoluto
Ppb- Partes por bilhão
Ppm- Partes por milhão
TP – Taxa de postura
UE – Unidade experimental
UH – Unidade Haugh
Zn I – Zinco inorgânico
Zn O – Zinco orgânico

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 Os Minerais na Nutrição das Aves.....	14
2.2- Minerais Orgânicos.....	16
2.3 – Cobre.....	18
2.4 Zinco	19
3 REFERÊNCIAS	22
4 INTRODUÇÃO	29
5 MATERIAL E MÉTODOS	31
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
7 CONCLUSÃO	43
8 REFERÊNCIAS	44

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a coturnicultura tem despertado interesses de produtores, empreendimentos e pesquisadores, devido a menores investimentos e mão-de-obra se comparando a outros sistemas de produção de aves. A codorna doméstica (*Coturnix japonica*) apresenta ciclo reprodutivo curto, precocidade sexual, boa fertilidade e ótima taxa de postura. E juntamente com as qualidades produtivas das codornas, foi observado que nas últimas décadas, a população brasileira teve uma ligeira modificação em seus hábitos alimentares, o que contribuiu de forma consistente para o aumento do consumo de ovos de codornas, disponíveis nos centros comerciais (MORI et al., 2005).

Um dos fatores determinantes neste avanço é o número de pesquisas que envolvem o atendimento das exigências nutricionais. Uma vez que, estes estudos podem contribuir com a redução de custos de produção. O alto desempenho das mesmas tem colaborado para elucidar essa realidade. Desta forma, se torna evidente o esforço dos pesquisadores que trabalham também buscando encontrar alimentos mais baratos a fim de minimizar o custo da ração. Sendo que estes ingredientes combinados permitirão uma ração adequada as exigências nutricionais das aves. Assim, é apropriado frisar, que aproximadamente 70% do custo de produção é proveniente da alimentação.

Neste contexto, os minerais como também são nutrientes essenciais para uma completa nutrição animal, devem estar presentes em quantidades necessárias na dieta. Os microminerais por exemplo, que são exigidos em menores concentrações, precisam de maiores esclarecimentos quanto ao seu uso, pois estes elementos atuam como cofatores e estão presentes em moléculas de várias enzimas que desempenham papel vital no organismo. Diante disto, como a suplementação de microminerais é feita normalmente utilizando formas salinas inorgânicas com biodisponibilidades diferentes, e considerando as interrelações, a absorção destas substâncias se torna um entrave para nutrição. Desta forma, pesquisas com minerais orgânicos, que estão ligados a uma estrutura orgânica, podem se mostrar eficazes nutricionalmente, acarretando em melhores desempenhos dos animais.

Objetivou-se verificar a relação zinco e cobre e compara-los com a dieta controle sobre o desempenho produtivo e a qualidade dos ovos de codornas japonesas em postura.

2.REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Os Minerais na Nutrição das Aves

Ultimamente o avanço na nutrição das aves se destaca devido principalmente as pesquisas dos diferentes tipos de ingredientes alimentares. Sabe-se que os nutrientes devem estar balanceados de acordo com o requerimento dos animais, tanto os macros como os micronutrientes, pois ambos influenciam no metabolismo animal.

Os minerais são elementos essenciais na nutrição animal, sua deficiência pode comprometer o desempenho, produção e o crescimento. Eles constituem cerca de 3 a 4% do peso vivo das aves e podem ser classificados como macrominerais e microminerais, sendo que esta denominação está relacionada com a concentração dos nutrientes no tecido animal que de forma indireta reflete as necessidades orgânicas dos animais. Dentre os macrominerais estão o cálcio, fósforo, potássio, magnésio, sódio, enxofre e cloro e dentre os microminerais estão o cobalto, cobre, iodo, ferro, manganês, selênio, boro, cromo e o zinco (BERTECHINI, 2006). Os microelementos ou também chamados traços ou oligoelementos estão presentes em quantidades pequenas nos organismos (ORTOLANI, 2002). Miles (2000), também menciona que os microminerais são necessários na dieta em concentrações muito baixas (miligramas ou microgramas por kg de ração) e acrescenta que este fato pode tornar difícil identificar suas funções no corpo.

A deficiência de minerais traços pode se tornar um grande problema nos sistemas de produção, uma vez que é pouco evidente e o animal continua se desenvolvendo, porém o desempenho pode se tornar diminuído em relação a animais com o requerimento nutricional atendido. Quando o animal começa a apresentar sinais clínicos, os danos no organismo já são drásticos, prejudicando o desempenho produtivo e reprodutivo do animal (KIEFER, 2005). E muitas vezes os sintomas são parecidos com de algum outro distúrbio o que gera um conflito nas análises feitas aos animais.

Os elementos traços são nutrientes requeridos na formação do esqueleto e na composição da casca dos ovos além de exercerem outras funções importantes no desenvolvimento do organismo (COSTA et al., 2007). Participam ainda de processos

bioquímicos, por meio da ativação de sistemas enzimáticos, dos processos de absorção e de transporte de nutrientes (BARRETO et al., 2007).

Entretanto, a suplementação de microminerais aos animais é feita utilizando formas salinas inorgânicas simples com biodisponibilidades diferentes, o que explica o fato de suplementos minerais com os mesmos níveis nutricionais promoverem resultados de desempenho contrastantes (GOMES et al., 2008).

As fontes inorgânicas de minerais, quando chegam ao estômago, se dissociam liberando seus íons, que precisam de um agente ligante com carga elétrica compatível com o mineral em questão, para atravessar a parede intestinal e serem transportados pela corrente sanguínea. Muitas das vezes esse agente não está presente na ração ingerida e o elemento é excretado, ou participa de interações fisiológicas e metabólicas não desejáveis. Tudo isso aumenta a demanda energética e causa a perda do elemento, desencadeando um desequilíbrio no organismo do animal (KIEFER, 2005).

Dentro do contexto nutricional, para suplementar as aves com os microminerais, as rações são preparadas com quantidades superiores às exigidas pelo animal, na tentativa de assegurar o bom desempenho. Isso ocorre, em maior frequência devido ao desconhecimento do nutricionista quanto ao requerimento real das aves. Esses excessos, geram maiores volumes de resíduos nas fezes, principalmente em áreas de maior concentração animal, podendo levar ao desequilíbrio ambiental (GOMES et al., 2009).

Em pesquisas sobre a nutrição de poedeiras e as características de qualidade dos ovos tem-se como foco os macrominerais cálcio e fósforo e a vitamina D3. Embora seja sabido que enzimas relacionadas aos microminerais sejam importantes no processo de mineralização, o número de estudos que relacionam os microminerais com as características da casca do ovo e ossos é limitada (SWIATKIEWICZ & KORELESKI, 2008).

Reduções na qualidade da casca dos ovos estão associados a perdas econômicas. Além disto, a casca do ovo também o protege contra os microrganismos. Estima-se que estas perdas provocadas pela má qualidade da casca girem em torno de 6 a 8%. Os ovos apresentam uma membrana interna e outra externa, que influenciam na qualidade do ovo. As quantidades adequadas de certos microminerais, particularmente de manganês e zinco, são muito importantes para a síntese destas membranas. O manganês está relacionado com o processo de síntese de

polimucossacarídeo, já o zinco além de outras funções, é indispensável para a correta formação de queratina (SISKE et al., 2007).

A gema contém a maior concentração de minerais no ovo, ao contrário do albúmen, que possui concentrações menores apresentando elevada concentração de proteínas. É durante a embriogênese que estes minerais são transferidos para os tecidos que estão em desenvolvimento (MILES, 2000).

Wang et al. (2002), afirmam que há uma certa escassez de dados sobre o efeito de zinco e manganês na qualidade óssea em poedeiras, mas relatam que a dieta com carência de zinco afeta negativamente o metabolismo esquelético de frangos jovens.

Em algumas pesquisas com perus, a utilização de minerais traço orgânicos proporcionaram um melhor desempenho. Podemos conferir em estudos de Ferket et al. (2009) que observaram uma diminuição nas anormalidades de pernas, e quanto aos parâmetros de desempenho, comprovaram uma melhora da conversão alimentar. Sahin et al. (2009) em suplementação de zinco orgânico para codornas japonesas, verificaram diminuição nas perdas produtivas quando em estresse por calor. Gravena et al. (2011) encontraram que o fornecimento de 50 e 150 ppm de zinco é capaz de melhorar a qualidade dos ovos e desempenho, e que a de 180 ppm de manganês orgânicos melhora a qualidade da casca dos ovos de codornas japonesas. Já Araújo et al. (2007) ressaltaram que níveis de cromo orgânico para codornas japonesas ao nível de 500 ppb na dieta, é indicado para aumento da produção de ovos comercializáveis.

2.2- Minerais Orgânicos

A maior eficiência na produção animal é uma realidade pretendida. Assim também, na nutrição suplementada com micromineral, há esforços para desenvolver tecnologias que permitam aos animais expressar seu potencial genético. Nesse contexto, surgem os minerais orgânicos; compostos constituídos de uma porção inorgânica e outra contendo a presença de carbono. As conformações químicas de alguns metais facilitam a ligação a moléculas orgânicas. É essa característica, que permite a manipulação industrial fazendo com que os principais microminerais (zinco, cobre, manganês, ferro, cobalto e cromo) utilizados na nutrição tornem-se orgânicos. E também por meio de métodos de culturas contendo leveduras, que minerais como o cromo e o selênio também se tornaram estruturas orgânicas (LIMA 2014).

Kiefer (2005), afirma que os minerais orgânicos normalmente possuem preços mais elevados que os minerais inorgânicos, mas que a sua utilização pode ser compensada em se tratando da melhoria do desempenho e da sua absorção quando comparados com os minerais inorgânicos. O mecanismo de ação do agente quelante melhora a utilização do mineral, pois acentua a capacidade do ligante sequestrar o mineral, ou a sua maior habilidade em competir com outros ligantes no trato gastrointestinal, formando dessa forma, complexos solúveis com o mineral.

Algumas das principais estruturas orgânicas aos quais os íons metálicos estão ligados são os peptídeos ou também pode estar adjuntos à polissacarídeos. Existem ainda ligações dos minerais com EDTA e ácidos orgânicos (LÖNNERDAL, 2000).

Em algumas pesquisas abordadas em seguida, com uso de minerais orgânicos para aves, foi verificado que a concentração dos microminerais em relação a recomendação do NRC, não afetou o desempenho dos animais. Podemos verificar os resultados em frangos de corte em estudos de Peric et al. (2007), que observaram que a utilização de 33% do nível de minerais inorgânicos, recomendado pelo NRC, na forma orgânica foi capaz de manter um bom desempenho de frangos de corte sem prejuízos no ganho de peso, conversão alimentar, taxa de mortalidade, empenamento, problemas de perna e/ou qualidade de carcaça, e Lensing e Van Der Klis (2006) também verificaram que a suplementação mineral orgânica em níveis menores que os praticados atualmente com inorgânicos não causa nenhum dano ao desempenho de frangos de corte.

Abdallah et al. (2009) em estudos feitos com poedeiras, revelaram que os minerais inorgânicos podem ser completamente substituídos por fontes orgânicas, sem haver efeito negativo no desempenho dos animais. Outro exemplo é descrito por Mabe et al. (2003), que encontraram melhoria da qualidade da casca dos ovos, com a suplementação de cobre, zinco e manganês a partir de fontes orgânicas.

Spring (2013) reunindo e analisando resultados de 23 pesquisas realizadas entre 1996 e 2008 no mundo, ressaltaram que a utilização de minerais traço orgânicos, na forma de proteinatos, aumenta a espessura e resistência da casca diminuindo assim prejuízos comerciais. Gravena et al. (2011), trabalhando com codornas japonesas, também encontraram que a suplementação de 50 e 150 ppm de zinco orgânico é capaz de melhorar a qualidade dos ovos e desempenho.

2.3 – Cobre

O cobre é fundamental para algumas funções metabólicas. Leeson & Summers (1997), apontam que as principais fontes inorgânicas utilizadas pelas indústrias são, o óxido, o sulfato e o carbonato de cobre.

Este mineral está relacionado com o metabolismo do ferro. Dentre suas funções ele é essencial na formação óssea, faz parte também de enzimas envolvidas na fosforilação oxidativa, como por exemplo a citocromo oxidase que é responsável por transportar os elétrons durante a respiração aeróbia e também catalisar a redução do oxigênio a água, um passo importante da respiração celular; e superóxido dismutase, esta última enzima, protege as células dos efeitos tóxicos originados no metabolismo do oxigênio. O referido mineral atua ainda na manutenção do sistema nervoso, indiretamente está ligado a síntese de hemoglobina por ativar a ferroxidase, contribui na síntese de queratina, além de fazer parte da enzima lisil oxidase, catalisadora na formação do colágeno e da elastina (BERTECHINI, 2006).

O cobre pode estar presente na dieta em concentrações recomendadas, mas pode se tornar indisponível no metabolismo por competir com outros minerais pelo mesmo sítio de absorção, se estes outros minerais forem fornecidos em excesso. Há evidências do antagonismo de cobre com os minerais ferro, zinco, prata, cálcio, enxofre, cádmio, chumbo e molibdênio (UNDERWOOD, 1977).

O fígado é o centro do metabolismo do cobre. É considerado o órgão que mais o concentra, em relação aos rins, coração e cérebro (LARBIER & LECLERCQ, 1994). No fígado, a tioneína é identificada como a maior proteína que se liga ao cobre e que em aves a metalotioneína é sintetizada no fígado e utiliza o cobre como o seu maior indutor (RICHARDS, 1989). O sistema de metalotioneína e tioneína tem funções importantes pois utilizam o cobre e também o zinco em excesso, evitando toxidez por estes elementos no organismo e podem a qualquer momento liberá-los para uso do organismo por eventos que sinalizam a sua exigência (VASA'K e KAGI 1994).

As metalotioneínas se ligam a sete átomos de zinco e contêm 60 a 68 aminoácidos dos quais 20 são cisteínas (MARET, 2000). Sabemos que a metionina, juntamente com a cisteína em dietas para aves, são os primeiros aminoácidos limitantes (VIANA et al, 2009), pois a cisteína pode ser metabolizada à metionina caso ocorra algum desequilíbrio na ração. Assim, no processo de formulação de ração é

necessário que a cisteína esteja em concentrações adequadas para a realização destas e outras funções importantes do organismo.

A deficiência de cobre em aves pode causar anemia e diminuição do crescimento. Na deficiência severa de cobre em poedeiras (0,7 – 0,9 ppm), foi observado redução da produção e eclodibilidade, e os embriões desenvolveram anemia, apresentando um conseqüente atraso no crescimento (MCDOWEL, 1992).

A deficiência de cobre em aves e, especialmente, em perus, pode levar à ruptura da aorta. A lesão bioquímica na aorta devido a deficiência de cobre, provavelmente está relacionado à falta de sintetizar desmosina, precursora da elastina (BERMUDEZ et al., 2012).

Apesar de resultados conflitantes sobre os benefícios de aumento de cobre dietéticos para frangos de corte terem sido relatados, a indústria avícola ainda acrescenta altas concentrações do nutriente para dietas como um promotor de crescimento devido sua atividade bactericida e bacteriostática (PANG, 2009).

2.4 Zinco

O zinco é distribuído por todo o corpo e participa de várias funções reprodutivas. É um microelemento essencial, que está envolvido na atividade de mais de 300 enzimas (MCCALL; HUANG & FIERKE, 2000). O zinco atua como cofator em enzimas essenciais como, lactato desidrogenase que catalisa a interconversão de lactato e piruvato; fosfatase alcalina que é uma hidrolase responsável por remover grupos fosfato em posição 5 linha e 3 linha de muitas moléculas, como nucleotídeos e proteínas; anidrase carbônica é uma enzima que catalisa dióxido de carbono e água em ácido carbônico (H_2CO_3). Com o cálcio, os íons de carbonato são necessários na formação de carbonato de cálcio, e a enzima anidrase carbônica necessita da presença de zinco na sua composição para se tornar ativa, conseqüentemente a sua deficiência pode ocasionar danos na casca dos ovos; tem influência também na carboxipeptidase, superóxido dismutase, DNA e RNA polimerase, entre outras (LIM & PAIK, 2003). Por ser também um dos constituintes da metaloenzima anidrase carbônica, e atua no equilíbrio ácido-base, podendo atuar também no armazenamento e na secreção de hormônios no organismo e na calcificação óssea (LEESON & SUMMERS, 2001). Por meio de tantas funções importantes, podemos inferir que

como o elemento influencia também na síntese de proteínas, o metabolismo dos carboidratos, na reprodução e também no crescimento (UNDERWOOD & SUTTLE, 1999), todo o desempenho do animal pode se tornar diminuído.

Sobre os efeitos da deficiência de zinco na constituição da anidrase carbônica, os defeitos na casca dos ovos são motivo de preocupação para produtores e processadores de ovos e também para o consumidor final (BAIN et al., 2006). Estes problemas relacionados à má qualidade da casca representam uma perda econômica na fase de produção, pois milhões de ovos deixam de ser comercializados ou têm seus preços reduzidos em função destes problemas (FASSANI et al., 2000; ROBERTS, 2004).

Muitas vezes, mesmo em dietas em que o zinco se encontra em concentrações elevadas, os animais podem sofrer pela sua deficiência, pois este, pode não está biodisponível. Um exemplo típico seria a presença de fitatos e outros íons, devido à formação de quelatos indigestíveis (BERTECHINI 2006). Este micromineral tem característica de absorção reduzida na presença de altos níveis de cálcio e fosfato, pois nestes casos ocorrerá a formação de precipitado insolúvel, e outros minerais como cobre, cádmio e cromo, também pode diminuir a absorção de zinco, mas estes competem pelo mesmo sítio de absorção.

O óxido de zinco e sulfato de zinco, têm sido as fontes mais utilizadas nas rações de zinco inorgânico (SISKE et al., 2007). Batal et al. (2001) inferem ainda que as formas supracitadas são as mais utilizadas também na indústria avícola e ainda acrescenta as possíveis porcentagens em que são normalmente utilizados: óxido de zinco (72% de zinco) e sulfato de zinco monohidratado (36% de zinco).

O referido elemento também é importante no funcionamento adequado do sistema imunológico, assim como da transcrição e da tradução de polinucleotídeos (SALGUEIRO, 2000).

Para manter a homeostase, são essenciais os processos de absorção de zinco no intestino delgado (KING et al., 2000). Em aves, a deficiência de zinco provoca redução no ganho de peso, má formação esquelética, pobre mineralização dos ossos como também disfunções imunológicas (KIDD et al., 1996). Assim, o zinco é frequentemente suplementado em dietas de aves para induzir uma resposta positiva (SUNDER et al., 2008). Wang et al. (2002), afirmam que há uma certa escassez de dados sobre o efeito de zinco e manganês na qualidade óssea em poedeiras, mas

relatam que a dieta com carência de zinco afeta negativamente o metabolismo esquelético de frangos jovens.

E como mencionado, como participa dos processos envolvidos na formação da casca dos ovos pode diminuir a quantidade de ovos comerciáveis, por proporcionar severos problemas de casca. A deficiência de zinco resumidamente pode diminuir a produção de ovos, causar problemas de desempenho reprodutivo, de desenvolvimento ósseo, de pele e ainda de mortalidade no plantel de produção.

A deficiência de zinco resulta em baixa taxa de crescimento, eficiência alimentar, produção de ovos e deprime a atividade da enzima fosfatase alcalina (MC DOWELL,1992). Além de influenciar no metabolismo da vitamina A (NOH & KOO, 2003).

3. REFERÊNCIAS

ABDALLAH, A. G.; EL-HUSSEINY, O. M.; ABDEL-LATIF, K. O. Influence of some dietary mineral supplementations on broiler performance. **Poultry Science**, v. 8, n. 3, p. 291-298, 2009.

AO, T.; PIERCE, E. T. Effects of different sources (inorganic vs Bioplex) and levels of minerals on egg production, eggshell quality and mineral content. In: **Simpósio Annual Da Alltech**, 22., Lexington, 2006.

ARAÚJO, M. S.; Barreto, S. L. de T.; Donzele, J. L.; Oliveira, R. F. M. de; Umigi, R. T.; Oliveira, W. P. de; Balbino, E. M.; Assis, A. P. de; Maia, G. V. C. Níveis de cromo orgânico na dieta de codornas japonesas mantidas em estresse por calor na fase de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 584-588, 2007.

BAIN, M.M.; MACLEOD, N.; THOMSON, R.; HANCOCK J. W. Microcracks in eggs. **Poultry Science**, v.85, p.2001-2008, 2006.

BARRETO, S.L.de T.; ARAUJO, M.S. de; UMIGI, R.T.; MOURA, W.C.O.; COSTA, C.H.R.; MARIELE FREITAS SOUSA, M.F. **Níveis de sódio em dietas para codorna japonesa em pico de postura**. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p. 1559-1565, 2007.

BATAL, A.B.; PARR, T.M.; BAKER, D.H. Zinc bioavailability in tetrabasic zinc chloride and the dietary zinc requirement of young chicks fed a soy concentrate diet. **Poultry Science** , v.80, n.2, p. 87-90, 2001.

BERMUDEZ, A.J.; Mineral Deficiencies in Poultry. In: Topics in Nutrition and Management: Poultry. The merk Veterinary Manual, 2012. Disponível em: <http://www.merckmanuals.com/vet/poultry/nutrition_and_management_poultry/mineral_deficiencies_in_poultry.html>. Acesso em: 09 dez. 2014.

BERTECHINI, A.G. **Nutrição de Monogástricos**, Lavras, ed. UFLA, p.301, 2006.

BREMNER, I. Nutritional and physiological significance of metallothionein. In Metallothionein 11: Proceedings of the 2nd International Symposium on Metallothionein and Other Low Molecular Weight, 1987.

COSTA, C.H.R.; BARRETO, S.L.de T.; MOURA, W.C.O.; REIS, R.de S.; LEITE, C.D.S.; MAIA, G.V.C. Níveis de fósforo e cálcio em dietas para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p. 2037-2046, 2007.

DUSOVÁ, H.; TRÁVNÍČEK, J.; PEKSA, Z.; FALTA, D.; PÁLKA, V. Trace Element Content in Market Eggs in Bohemia, **Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis**, v.60, n. 6, 2012.

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

FERKET, P. R.; Oviedo-Rondón, E. O.; Mente, P. L.; Bohórquez, D. V.; Santos Jr., A. A.; Grimes, J. L.; Richards, J. D.; Dibner, J. J.; Felts, V. Organic trace minerals and 25-hydroxicholecalciferol affect performance characteristics, leg abnormalities, and biomechanical properties of leg bones of turkeys. **Poultry Science**, v. 88, n.1, p. 118-131, 2009.

GOMES, P.C.; RIGUEIRA, D.C.M.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; BRUMANO, G.; SCHMIDT, M. Exigências nutricionais de zinco para frangos de corte machos e fêmeas na fase inicial, . **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.1, p.79-83, 2008.

GOMES, P.C.; RIGUEIRA, D.C.M.; BRUMANO, G.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; SCHMIDT, M. Níveis nutricionais de zinco para frangos de corte machos e fêmeas nas fases de crescimento e terminação, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.9, p.1719-1725, 2009.

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 de ovos. **Arquivo Brasileiro de Medicina veterinária e Zootecnia**, v. 63, p. 14531460, 2011.

KIDD, M. T.; FERKET, P. R.; QURESHI, M. A. Zinc metabolism with special reference to its role in immunity. **Poultry Science**. v.52, n.3, p.309–323, 1996.

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

KING, J. C.; SHANES, D. M.; WOODHOUSE, L. R. Zinc homeostasis in humans. **Journal of nutrition**. v.130, n.5, p.1360–1366, 2000.

LARBIER, M.; LECLERCQ, B. Nutrition and feeding of poultry : Intake of food and water. Nottingham: Nottingham University Press, p.7-14, 1994.

LEESON S.; SUMMERS J.D. **Commercial poultry nutrition. Second Edition. Guelph, ON, Canada: University Books, p.355, 1997.**

LENSING, M. E.; VAN DER KLIS, J. D. Evaluation of the use of Bioplex trace minerals at very low dosages in a high performance broiler flock. In: **Simpósio Annual Da Alltech**, 22., Lexington, 2006. Lexington, Ky, 2006. .

LIM, H.S.; PAIK, I.K. Effects of supplementary mineral methionine chelats (Zn, Cu, Mn) on the performance and eggshell quality of laying hens. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.16, n.12, p.1804-1808, 2003.

LIMA, A.L., Minerais Orgânicos Na Nutrição De Aves, **XXIV Congresso Brasileiro De Zootecnia**, Vitória ES, 2014. Acesso EM 11 de Dez. de 2014, Disponível em www.zootec.org.br.

LÖNNERDAL, B. Dietary factors influencing zinc absorption. **Journal of Nutrition**, v. 130, p. 1378 -1383, 2000.

MABE, I.; RAPP, C.; BAIN, M.M.; NYS, Y. Supplementation of 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.

MARET W. The function of zinc metallothionein: a link between cellular zinc and redox state. **Journal of Nutrition**, v. 130 n. 5, p.1455-1458, 2000.

MCCALL, K.A.; HUANG, C.C.; FIERKE, C.A. Function and mechanism of zinc metalloenzymes. **Journal of Nutrition** , v. 130, n.5, p. 1437-1446, 2000.

McDOWEL, L. R. Copper and molybdenum – **Minerals in animal and human nutrition**. Academy Press Inc. San Diego – Califórnia, p. 178-204, 1992.

MILES, R.D. Trace Minerals and Avian Embryo Development, **Ciência Animal Brasileira**, v.1, n.2, p.1-10, jan./jun. 2000.

MORI, C., GARCIA, E.A., PAVAN, A.C., et al. Desempenho e qualidade dos ovos de codornas de quatro grupos genéticos. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.34, n.3, p. 864-869, 2005.

NOH, S.K.; KOO, S.I. Low zinc intake decreases the lymphatic output of retinol in rats infused intraduodenally with β -carotene. **Journal of Nutrition Biochemistry**, v.14, n.3, p.147-153, 2003.

ORTOLANI, E.L. Macro e microelementos. In: SPINOSA, H.S.; GÓRNIAK, S.L.; BERNARDI, M.M. **Farmacologia aplicada à Medicina Veterinária** , p.641-651, 2002

PANG, Y.; PATTERSON J. A.; APPLGATE, T. J. The influence of copper concentration and source on ileal microbiota, **Poultry Science**, v. 88, n.3, p.586-592, 2009.

PERIC, L., NOLLET, L., MILOSEVIĆ N., ZIKIĆ D. Effect of Bioplex and Sel-Plex substituting inorganic mineral sources on performance of broilers. **Arch. Geflügelk.**, v. 71, p. 122-129, 2007.

RICHARDS, M.P. Recent developments in trace element metabolism and function: Role of metallothionein in copper and zinc metabolism. **Journal of Nutrition** , v.119, n.7, p.1062-1070, 1989.

ROBERSON, K.; EDWARDS Jr., H.M. Effects of 1,25-dihydroxycholecalciferol and phytase on zinc utilization in broiler chicks. **Poultry Science** , v.73, p. 1321-1326, 1994.
ROBERTS, J.R. Factors affecting egg internal quality and egg shell quality in laying hens. **Journal of Poultry Science**, v.41, p.161-177, 2004.

SAHIN, K.; Smith, M. O.; Onderci, M.; Sahin, N.; Gursu M. F.; Kucuk O. Supplementation of zinc from organic or inorganic source improves performance and antioxidant status of heat-distressed quail. **Poultry Science**, v. 84, p. 882-887, 2005.

SALGUEIRO, M.J.; BIOCH, M.Z.; LYSIONEK, A.; et al. Zinc as a essential micronutrient: a review. **Nutrition Research** , v.20, n.5, p. 737-755, 2000.

SISKE, V.; ZEMAN, L.; KLECKER, D. - **The egg shell: a case study in improving quality by altering mineral metabolism – naturally** , Mendel University / Alltech Inc., 2007.

SPRING, P. **Total replacement technology with organic minerals for laying hens. International Poultry Production**, v. 20, p. 21-23, 2013.

SUNDER, G. S.; PANDA, A. K.; GOPINATH,N. C. S.; RAO, S. V. R.; RAJU, M. V. L. N.; REDDY, M. R.; KUMAR, C.V. Effects of Higher Levels of Zinc Supplementation on Performance, Mineral Availability, and Immune Competence in Broiler Chickens. **Journal Applied Poultry**, v.17, p.79–86, 2008.

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

TAPIERO, H.; TEW K.D. Trace elements in human physiology and pathology zinc and metallothioneins. **Biomedic Pharmacother**,v.57, n.9, p.399-411, 2003.

UNDERWOOD, E.J. **Trace elements in human and animal nutrition**. New York: Academic Press, ed. 4, p.545, 1977.

UNDERWOOD, E.J.; SUTTLE, N.F. **The mineral nutrition of livestock** . ed. 3, London: CABI, p.598, 1999.

VASAK M. E KAGI, J.H.R. (1994) Metallothioneins. In: **Encyclopedia of Inorganic Chemistry**, vol. 4 (King, R. B., ed.), pp. 2229–2241. Wiley, New York.

VIANA, M.T. DOS S., ALBINO,L.F.T., ROSTAGNO, H.S., BARRETO, S.L. DE T., CARVALHO, D.C. DE O., GOMES, P.C., Fontes e níveis de metionina em dietas para

frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa , v. 38, n. 9, p. 1751-1756, 2009 .

WANG, X.; FOSMIRE G.J.; GAY C.V.; LEACH JR. R.M. Short-term zinc deficiency inhibits chondrocyte proliferation and induces cell apoptosis in the epiphyseal growth plate of young chickens. **Journal of Nutrition**, v.132, n.4, p.665–673, 2002.

4. INTRODUÇÃO

A produção de aves no Brasil tem papel essencial na vida dos brasileiros, seja pelo aspecto econômico uma vez que gera grandes divisas financeiras e empregos, quanto pelo aspecto nutricional, pois tanto os ovos quanto as carnes possuem proteínas de alto valor biológico. Assim, é essencial que trabalhos sejam realizados sobre a quantidade de nutrientes a serem utilizados nas rações, de forma a otimizar a produção do animal e reduzir o custo de produção, uma vez que este está em torno de 70% do custo final.

A produção de ovos de codornas apresenta-se uma das áreas crescentes no âmbito nacional, e este evento é resultante do aumento das criações automatizadas além da melhoria nos setores. Em 2010 a produção de ovos ultrapassou os 232 milhões de dúzias, e a região sudeste contribuiu com 78,5% da produção brasileira, sendo o estado do Espírito Santo o segundo maior produtor com 22.733 milhões de dúzias de ovos (IBGE 2010).

De acordo com Costa et al. (2007), dentre os principais fatores que contribuem para a criação de codornas estão o rápido crescimento, a maturidade sexual precoce que ocorre com 40 a 45 dias, a alta taxa de postura em média 300 ovos/ave/ano, a elevada vida produtiva com duração de 14 a 18 meses, o baixo investimento e o rápido retorno do capital investido. Com estas vantagens, pesquisadores da área avícola, tem desenvolvido trabalhos que contribuam para o aperfeiçoamento desta exploração.

A grande maioria das pesquisas na área de nutrição de codornas abordam a questão de níveis de proteína, energia, aminoácidos sulfurados, lisina e cálcio, sendo, portanto, menores proporções de trabalhos realizados com minerais.

Os minerais merecem destaque nos estudos, pois mesmo que alguns deles, onerem o custo da ração, todos eles atuam no metabolismo do organismo animal em diversas funções bioquímicas fundamentais. E os microminerais atuam principalmente como coenzimas. O cobre por exemplo está relacionado com o metabolismo do ferro. Dentre algumas de suas funções, é essencial na formação óssea, faz parte também de enzimas envolvidas na fosforilação oxidativa, como a citocromo oxidase; e superóxido dismutase, na manutenção do sistema nervoso, indiretamente está ligado a síntese de hemoglobina por ativar a ferroxidase, além de contribuir na síntese de

queratina, faz parte da enzima lisil oxidase, catalisadora na formação do colágeno e da elastina (BERTECHINI, 2006).

O zinco é distribuído por todo o corpo e participa de várias funções reprodutivas. É um microelemento essencial, que está envolvido na atividade de mais de 300 enzimas (MCCALL; HUANG & FIERKE, 2000). Uma das mais conhecidas e citada neste estudo é a anidrase carbônica, que está ligada diretamente à constituição da casca.

O zinco é um micromineral muito importante para um melhor desempenho nas aves, atuando na síntese, no armazenamento e na secreção de alguns hormônios. Atua no equilíbrio ácido-base do organismo e também na calcificação óssea (Leeson & Summers, 2001).

Os minerais orgânicos ou também conhecidos como minerais quelato ou quelatados, estão ligados a estruturas orgânicas como aminoácidos ou também polissacarídeos. No momento da absorção, acredita-se que estes minerais são absorvidos juntamente com estas estruturas, aumentando a disponibilidade destes elementos e a absorção acontece de forma gradual, o que dificulta possíveis saturações pelos sítios de absorção.

Assim, sua disponibilidade para a utilização nos processos metabólicos do animal faz com que seja possível fornecer menores níveis na ração, acreditando-se que o desempenho animal possa ser melhorado.

Objetivou-se verificar o efeito da suplementação de diferentes relações de zinco orgânico e do cobre inorgânico e comparar os resultados com a dieta controle de codornas japonesas na fase de postura sobre o desempenho produtivo e qualidade dos ovos.

5. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos de desempenho foram desenvolvidos na área experimental de Rive, no setor de Avicultura, da Universidade Federal do Espírito Santo. Enquanto que as variáveis de qualidade de ovos, foram realizadas no Laboratório de Bromatologia e Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia, localizado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA – UFES) em Alegre-ES. Estes experimentos ocorreram simultaneamente.

Foi utilizado galpão construído em alvenaria, disposto em sentido leste oeste, telado e coberto com telhas de barro, subdividido em boxes, sala de rações e de gaiolas. As médias de temperatura e umidade relativa do ar registradas durante o período experimental foram de $35,57 \pm 5,6^{\circ}\text{C}$ e $63,8 \pm 15,2\%$ respectivamente.

O período experimental foi de 84 dias subdivididos em 4 subperíodos de 21 dias e ocorreu de dezembro de 2013 a março de 2014. A produção de ovos foi avaliada por meio de coletas diárias, matutinas, com registro do número de ovos totais por unidade experimental e da incidência de cascas finas.

No experimento I em que os níveis de cobre inorgânico seguiram a recomendação (5 mg/kg de ração) foram utilizadas 320 codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*), distribuídas aleatoriamente, com quatro tratamentos, 10 repetições e oito animais por unidade experimental, de forma a se obter diferentes níveis de zinco (35, 50, 65 e 80 mg/Kg), constituindo os quatro tratamentos. No experimento II foram utilizadas 560 codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*), distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso em arranjo fatorial $3 \times 2 + 1$ com três níveis de zinco orgânico (35, 50 e 65 mg/kg) e dois níveis de cobre inorgânico (3,5 e 5 mg/kg) e uma dieta controle (50 e 5 mg/kg zinco e cobre inorgânicos respectivamente), com sete tratamentos, dez repetições e oito animais por unidade experimental. O peso médio inicial das aves em ambos experimentos foram de $180 \pm 21,2$ g. A ração basal dos experimentos foi formulada a base de milho e farelo de soja e seguiram as recomendações de Rostagno et al. (2011) para atender as exigências nutricionais das aves (Tabela1).

Tabela 1- composição da ração experimental basal para as codornas:

Ingrediente	Ração basal (g/kg de ração)
Milho moído	608,380
Farelo de soja 45%	194,621
Farinha de carne e ossos 44%	38,93
Farelo de glúten de milho 60%	77,179
Óleo de soja	1,100
Calcário	67,759
Sal comum	2,814
L-lisina HCl	4,204
DI metionina	3,008
Suplemento vitamínico aves ¹	1,000
Suplemento Mineral Aves ²	1,000
Bacitracina de zinco	0,00005
Cl colina 60	0,0055
Butil hidroxi tolueno (bht)	0,000098
Total	1.000,00
Energia Metabolizável (Mcal/Kg)	2800
Proteína Bruta (%)	19,9
Fósforo Disponível (g/kg)	3,250
Cálcio (g/kg)	30,690
Sódio (g/kg)	1,520
Lisina digestível (g/kg)	10,790
Metionina+Cistina. digestível (g/kg)	8,870
Treonina digestível (g/kg)	6,500

¹ - Suplemento vitamínico (por kg do produto): vitamina A – 8.000.000 UI; vitamina D3 – 2.000.000 UI; vitamina K3 – 1.800mg; vitamina B1 – 1.500mg; vitamina B12 – 12.000mcg; vitamina B2 – 5.000mg; vitamina B6 – 2.800mg; vitamina E – 15.000 UI; niacina – 35g, biotina – 25mg; ácido pantotênico – 12g; ácido fólico – 750mg; Butil-hidroxi-tolueno-1.000 mg. ² - Suplemento mineral (por kg de ração): Base de todas as pré misturas- sulfato ferroso – 200g; iodato de cálcio–0,487g; sulfato de manganês – 193g; selenito sódico – 44g; Pré mistura (PM) de 1 a 4 foi usado zn orgânico – **PM1** – zinco orgânico -125g – sulfato de cobre – 20g, **PM2**- zinco orgânico – 500g- sulfato de cobre 20g, **PM3**- zinco orgânico - 218,8g-

sulfato de cobre - 14g, **PM4**- zinco orgânico - 406g- sulfato de cobre -14g, **PM5**- óxido de zinco - 69,4- sulfato de cobre -20g.

Foram preparadas cinco pré-misturas (PM) minerais exclusivamente para os experimentos. A base destas PM eram 200g/kg de sulfato ferroso; 0,487g/kg de iodato de cálcio; 193g/kg de sulfato de manganês; 44g/kg de selenito sódico; Nas PM de 1 a 4 foram usados zinco orgânico e a PM 5 zinco inorgânico; a PM 1 com 125g/kg de zinco orgânico (16%) e 20g/kg de sulfato de cobre, a PM 2 com 500g/kg de zinco orgânico (16%) e 20g/kg de sulfato de cobre, na PM 3 tinha 218,8g/kg de zinco orgânico (16%) e 14g/kg de sulfato de cobre e a PM 4 com 406g/kg de zinco orgânico (16%) e 14g/kg de sulfato de cobre, a PM 5 tinha 69,4g/kg de óxido de zinco e 20g/kg de sulfato de cobre. Os microminerais foram pesados separadamente e colocados em um recipiente plástico no laboratório de Bromatologia e nutrição animal da Universidade Federal do Espírito Santo. Na sala de preparo de ração, situada no galpão da área experimental de rive, os minerais foram misturados completados seus respectivos espaços inerte com areia lavada e armazenados na sala de ração até o dia do preparo da ração experimental. O misturador utilizado era horizontal e tinha capacidade de 300kg.

No dia que foi preparada a ração experimental, foi separado aproximadamente 60kg de ração para cada tratamento e pesada a quantidade da mistura de acordo com cada tratamento. Para o experimento I foram utilizadas duas concentrações de PMs, a PM 1 com 20mg/kg de zinco orgânico (125g de zinco orgânico com 16% de zinco) e 5mg/kg de cobre (20g de sulfato de cobre) e a PM 2 com 80mg/kg de zinco orgânico (500g de zinco orgânico com 16% de zinco) e também 5mg/kg de cobre (20g de sulfato de cobre), e foi feita uma diluição das duas PMs de modo que os tratamentos recebessem a concentração dos minerais desejada. No experimento II no tratamento I foi utilizado a PM 3, nos tratamentos II (35 mg/kg de zinco orgânico e 5 mg/kg de cobre), IV (50 mg/kg de zinco orgânico e 5 mg/kg de cobre) e VI (65 mg/kg de zinco orgânico e 5 mg/kg de cobre) foram feitas diluições das PMs 1 e 2 na concentração de 75% e 25%, 50% e 50%, 25% e 75% respectivamente. Para o tratamento III (50 mg/kg de zinco orgânico e 3,5 mg/kg de cobre) foi feita uma diluição das PMs 3 e 4 na concentração de 50% e 50%. No tratamento V (65 mg/kg de zinco orgânico e 3,5 mg/kg de cobre) foi usada a PM 4 e no tratamento VII a PM 5. Para que a ração de cada tratamento ficasse homogênea, aproximadamente um quilo e meio da ração foi

mexida com a mistura mineral e posteriormente adicionada ao restante da ração (60Kg). As rações eram identificadas e armazenadas em recipientes com tampa na sala de ração.

Os animais receberam água e ração à vontade, sendo que o arraçoamento era feito duas vezes ao dia, de forma reduzir desperdícios. As aves foram distribuídas nas unidades experimentais de acordo com seu peso corporal e produção de ovos. Para isso, as aves foram distribuídas de maneira uniforme, por peso corporal e após 14 dias de controle da produção de ovos, foram redistribuídas de forma a uniformizar a taxa de postura.

As gaiolas utilizadas para alojamento das aves, foi em esquema de bateria, com três repartições e inclinação da grade de fundo de 15° para estocar os ovos a serem coletados e cada conjunto de gaiolas apresentava dimensões de 100x33x15 centímetros (comprimento, largura e altura). Os comedouros eram de chapa galvanizada, e bebedouros tipo nipple, dispostos respectivamente na parte frontal e anterior das gaiolas.

Foram avaliadas peso médio dos ovos (g), taxa de postura (%), massa de ovos (g de ovo/ ave/ dia), consumo de ração (g de ração/ ave/ dia), conversão alimentar (g de ração/ g de ovo e kg de ração/ dúzia de ovos), peso absoluto (g) e relativo (%) de gema, casca e albúmen e unidade Haugh.

As coletas dos ovos para análise em laboratório aconteceram no final do segundo e quarto período, onde foram coletados aleatoriamente cinco ovos de cada unidade experimental por período de três dias, totalizando 15 ovos/UE. Estes, foram pesados com o objetivo de mensurar o parâmetro de peso médio dos ovos. Posteriormente foram separados três ovos e mensurado a altura do albúmen espesso por meio de paquímetro digital em suporte de tripé. Estes ovos foram quebrados em superfície plana e foi usado a fórmula de acordo com Monira et al. (2003): $HU=100 \times \log (h-1,7w^{0,37} +7,6)$, onde h é a altura do albúmen espesso e W o peso do ovo inteiro.

Além disto, cinco ovos foram quebrados e foi separado a gema do albúmen, a gema foi pesada e a casca foi lavada e secada em estufa a 65°C por aproximadamente 24 horas, e depois pesada. O peso do albúmen foi dado por diferença entre o peso da gema e da casca.

Os dados de ambos experimentos foram submetidos às análises estatísticas

utilizando-se o programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genética) da Universidade Federal de Viçosa (1997), onde utilizou-se para o experimento I análise de variância e modelo polinomial e para o experimento II análise de variância e teste de Student Newman Keuls.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No experimento I os diferentes níveis de substituição de zinco orgânico 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).

Tabela 2. Efeito da suplementação de zinco orgânico em dietas para codornas em postura sobre peso médio dos ovos (PMO), taxa de postura (TP), massa de ovo (MOC) de codornas japonesas em postura.

Níveis	PMO (g)	Variáveis			MOC (g)
		Comerciais	Totais	C/T	
Zn O ¹ (mg/ kg)					Ovos/Ave/Dia
35	11,20	87,75	89,04	98,54	9,83
50	11,28	88,02	88,91	99,00	9,93
65	11,30	87,14	88,82	98,10	9,83
80	11,26	88,15	89,27	98,75	9,92
CV (%)	2,283	4,051	3,786	1,525	4,904

¹ – Zinco orgânico (16%), foram usados 5 mg/kg de cobre em todos os tratamentos, C/T- ovos comerciais/ovos totais, CV- coeficiente de variação.

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 suplementadas com diferentes níveis de zinco orgânico nas rações:

Níveis znO ¹ (mg/kg)	Variáveis		
	CR (g)	CAGG (g/g)	CAKD (Kg/dz)
Zn			
35	21.76	2.217	0.298
50	21.19	2.137	0.289
65	21.71	2.213	0.299
80	22.12	2.232	0.301
CV (%)	3.905	5.502	4.848

¹ – Zinco orgânico (16%), foram usados 5 mg/kg de cobre em todos os tratamentos, CV- coeficiente de variação.

Estes resultados evidenciam que não houve deficiência de zinco nos tratamentos para a realização das funções das referidas variáveis. Sabemos que a recomendação de zinco inorgânico é de 50 mg/kg de ração e que a deficiência de microminerais pode levar a alterações na ingestão de ração e consequentemente a ligeira diminuição do desempenho dos animais.

O mineral zinco na forma de quelato (ligado a aminoácidos) e os níveis utilizados, foram suficientes para manter o alto nível de produtividade dos animais. Uma forma de justificar que mesmos os níveis mais baixos de zinco orgânico atenderam a necessidade nutricional das aves pode ser a sua maior biodisponibilidade, pois Kiefer (2005) afirma que a biodisponibilidade dos minerais orgânicos é superior a 90% em comparação com os inorgânicos.

Esta alta biodisponibilidade dos microminerais orgânicos está relacionada com a melhor absorção, já que são absorvidos juntamente com a estrutura orgânica com a qual estão ligados, o antagonismo se torna irrelevante, consequentemente com esta melhor absorção, existirá maiores concentrações destes elementos para utilização pelas células. Deste modo, não foi possível observar variações no desempenho dos animais.

E observando os resultados das variáveis de desempenho do experimento II, nas diferentes relações, vemos que não houve interação significativa ($p>0,05$), para os níveis de zinco e de cobre e nem entre estes e a dieta controle, para nenhum dos parâmetros de desempenho analisados. Isso mostra que os fatores atuaram de forma independente, e que os níveis de zinco e cobre utilizados não foram suficientes para que ocorressem competições pela absorção. Podemos observar abaixo as médias das variáveis do peso médio de ovo, a taxa de postura, a massa de ovo (Tabela 4).

Tabela 4. Peso médio dos ovos (PMO), taxa de postura (TP), massa de ovo (MOC) de codornas japonesas suplementadas com dietas com diferentes relações de zinco orgânico e cobre inorgânico e com níveis recomendados de ambos minerais:

Variáveis						
Níveis		PMO (g)	TP (%)		MOC (g)	
Zn O ¹	Cu ²		Comerciais	Totais	Comerciais/Totais	Ovos/Ave/Dia
35	3,5	11.23	88.18	89.03	99.51a	9.98
35	5,0	11.30	87.18	89.04	97.87b	9.79
50	3,5	11.13	86.02	87.06	98.80a	9.85
50	5,0	11.41	88.34	88.91	99.38a	9.80
65	3,5	11.29	88.41	89.06	99.25a	9.98
65	5,0	11.30	85.67	86.82	98.67a	9.68
ZnI ³ 50	5,0	11.44	83.67	85.45	97.98a	9.57
CV (%)		2.45	5.23	4.90	1.56	4.76

¹ Níveis de zinco orgânico (mg/Kg), ² níveis de cobre inorgânico (mg/Kg), ³ níveis de zinco inorgânico (mg/Kg), CV- coeficiente de variação. Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Student Newman Keuls a 5% de probabilidade ($p >0,05$).

Porém, quando comparamos as médias individuais dos fatores, podemos verificar que houve efeito significativo ($P<0,05$) para a taxa de postura na relação de ovos comerciais/ totais, pelo teste de Student Newman Keuls.

Os microminerais passam por intensa competição no período da absorção seja entre si ou com outros constituintes, comparados a outros componentes no lúmen intestinal. Assim, no momento da absorção, tanto o excesso quanto deficiência de determinado mineral, podem fazer com que haja maior ou menor absorção de outro.

É claro que uma situação que ocorra altas concentrações de cobre facilita sua absorção, no entanto, a absorção de zinco pode ser reduzida pelo excesso de cobre, fitatos e gorduras saturadas (MACARI et al., 2002).

Dessa maneira, se falarmos sobre a taxa de postura, a relação dos ovos comerciais e totais tiveram efeito significativo ($P < 0,05$) com o tratamento de 35mg/Kg de zinco orgânico e com 5,0mg/kg de cobre. Como no tratamento que recebeu o nível de 35 mg/kg de zinco orgânico e 3,5 mg/kg de cobre os resultados não foram afetados, em comparação com os outros tratamentos, provavelmente nestes níveis de microminerais, a absorção do cobre pode ter afetado a do zinco de forma negativa, diminuindo a absorção de zinco, e por consequência, houve menos zinco na circulação para constituição das enzimas e principalmente a anidrase carbônica, assim, os ovos se apresentaram com cascas mais finas ao ponto de não estarem aptos para comercialização. E diminuindo a relação de ovos comerciais e ovos totais do estudo.

Estudos de Figueiredo Júnior et al (2013), trabalhando com poedeiras semipesadas, ao utilizar minerais orgânicos, encontraram melhor taxa de postura. Ao and Pierce (2006) alimentaram poedeiras com 25, 50 e 100% de minerais orgânicos em relação ao nível recomendado de inorgânicos pelo NRC, e verificaram que as aves recebendo dieta contendo o menor nível de minerais orgânicos apresentaram melhora produção de ovos a 24 semanas de idade.

Na literatura encontramos resultados diferentes dos analisados neste estudo. Em trabalhos utilizando microminerais orgânicos e mais especificamente também com o zinco, para poedeiras comerciais com níveis de 8%, 17% e 33% de inclusão, substituindo a fonte inorgânica de minerais, Boruta et al. (2007) não observaram diferença significativa para taxa de postura.

Gravena et al. (2011) trabalhando com codornas japonesas em postura, suplementadas com 50, 100 e 150 mg de zinco orgânico também não verificaram influência na taxa de postura.

Neste experimento também não houve interação significativa ($p > 0,05$), para os níveis de zinco e de cobre e nem entre estes e a dieta controle para consumo de ração, a conversão alimentar por massa de ovo e a conversão alimentar quilograma por dúzia de ovos (Tabela 5).

Tabela 5. Consumo de ração (CR), conversão alimentar por massa de ovo (CAGG) e conversão alimentar quilograma por dúzia de ovos (CAKD) de codornas japonesas suplementadas com dietas com diferentes relações de zinco orgânico e cobre inorgânico e com níveis recomendados de ambos minerais:

Níveis		Variáveis		
Zn O ¹	Cu ²	CR (g)	CAGG (g/g)	CAKD (Kg/dz)
35	3,5	21,66 a	2,226	0,300
35	5,0	21,76 a	2,131	0,289
50	3,5	21,14 b	2,200	0,294
50	5,0	21,26 b	2,159	0,295
65	3,5	21,84 a	2,193	0,297
65	5,0	21,36 a	2,210	0,299
ZnI³ 50	5,0	21,24 b	2,243	0,308
CV (%)		3.07	5.58	6.24

¹ Níveis de zinco orgânico (mg/Kg), ² níveis de cobre inorgânico (mg/Kg), ³ níveis de zinco inorgânico (mg/Kg), CV- coeficiente de variação. Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Student Newman Keuls a 5% de probabilidade ($p > 0,05$).

E quando comparamos as médias individuais dos fatores, podemos verificar que houve efeito significativo ($P < 0,05$) para a relação de ovos comerciais/ totais, pelo teste de Student Newman Keuls. Neste estudo, nos níveis de 50 mg/Kg de zinco orgânico com 3,5mg/Kg e também 5,0 mg/Kg de cobre inorgânico e também na dieta controle foi alterado o consumo de ração das aves. O consumo se apresentou menor nestes níveis, demonstrando que o zinco pode não ter sido liberado no intestino de forma gradual, proporcionando ao animal uma ligeira deficiência. E a deficiência de microminerais pode levar a alterações no consumo de ração. O que pode exemplificar é a deficiência de zinco na dieta que leva à redução do consumo (TABATABAIE et al., 2007).

Aparentemente os níveis descritos geraram um desequilíbrio nutricional capaz de alterar a concentração deste mineral no plasma sanguíneo ativando os mecanismos fisiológicos de regulação do apetite, e, por conseguinte, o consumo.

Alguns trabalhos mostram resultados semelhantes aos encontrados para a variável descrita anteriormente neste experimento como Boruta et al. (2007), suplementando poedeiras comerciais com níveis de 8%, 17% e 33% de inclusão de microminerais orgânicos, incluindo o zinco, assim como neste estudo, verificaram que os animais que receberam microminerais orgânicos na dieta mostraram um menor consumo de ração.

No entanto, Maciel et al (2010) em trabalhos com poedeiras comerciais suplementadas com minerais orgânicos, incluindo zinco, não verificaram diferenças no consumo de ração. Swiatkiewicz e Koreleski (2008), fornecendo para poedeiras no segundo ciclo de produção, 50 e 100ppm de zinco orgânico na dieta, observaram que o consumo de ração e também a conversão alimentar por massa de ovos não sofreram mudanças significativas.

Scatolini (2007) e Figueiredo Júnior et al (2013) também trabalhando com suplementação com minerais orgânicos para poedeiras comerciais, não observou influência sobre consumo de ração.

Quando foram analisados os resultados das variáveis de qualidade dos ovos dos experimentos, verificamos que no primeiro experimento para o peso absoluto e relativo do albúmen e da gema, assim como também a unidade Haugh, não houve diferença significativa ($P>0,05$). E como evidenciado (Tabela 6), o coeficiente de variação (CV) mostrou-se baixo para todas as variáveis analisadas, comprovando menores erros experimentais.

Tabela 6: Efeito da suplementação de zinco orgânico em dietas para cordonas em postura sobre o Peso Médio Absoluto (PMA) e Relativo (PMR) dos constituintes dos ovos e Unidade Haugh (UH) observados no experimento:

Níveis znO (mg/kg)	Variáveis						Unidade Haugh UH
	Gema		Albúmen		Casca *		
	PMA	PMR	PMA	PMR	PMA	PMR	
35	3,561	31,755	6,703	59,829	0,943	8,364	84,441
50	3,561	31,576	6,786	60,184	0,932	8,274	84,089
65	3,641	32,148	6,748	59,580	0,934	8,293	84,826
80	3,602	31,978	6,716	59,579	0,949	8,422	85,133
CV (%)	4,44	3,77	3,56	2,22	4,03	4,08	2,27

Foram usados 5 mg/kg de cobre em todos os tratamentos, znO- zinco orgânico, * diferença significativa ($p < 0,05$), CV- coeficiente de variação.

É observado que em ambos os casos (peso relativo e absoluto) foram obtidos ponto de mínimo valor, ou seja, as cascas apresentaram-se mais leves neste ponto estimado. No entanto é indispensável frisar, que foi observado que as cascas se apresentavam integras e com qualidade suficiente para armazenagem ao ponto de manter características internas do ovo (gema e albúmen).

Fassani et al (2000), salienta que problemas relacionados com a má qualidade da casca importam uma extraordinária causa de perda econômica na fase de produção, pois milhões de ovos deixam de ser comercializados ou têm seus preços reduzidos em função destes referidos problemas. Bain et al., (2006), falando sobre os efeitos da deficiência de zinco na constituição da anidrase carbônica, abordam a importância deste fato sobre os defeitos na casca dos ovos.

O zinco possui papel extraordinário na formação da casca do ovo, uma vez que, para a formação da casca é necessário que a enzima anidrase carbônica (que contém zinco como cofator) atue na formação de íons bicarbonatos, que junto com o cálcio, formará o carbonato de cálcio que será depositado na casca do ovo. (BEORLEGUI; MATEOS, 1991).

O que pode ter ocorrido é que os níveis de zinco orgânico utilizados no ponto de mínimo valor do peso relativo e absoluto das cascas, não foram liberados no intestino delgado gradualmente, de maneira que a absorção fosse suficiente para

suprir as necessidades fisiológicas; diminuindo a disponibilidade do mineral pelo organismo, e em consequência disto, pode ter ocorrido uma ligeira deficiência de zinco para as necessidades metabólicas dos animais em relação a constituição da casca, e mais especificamente para comporem a enzima anidrase carbônica, que necessita de zinco disponível.

É sabido que os minerais orgânicos possuem o processo de absorção mais eficiente que os inorgânicos. O mecanismo de ação do agente quelante melhora a utilização do mineral, a sua maior habilidade em competir com outros ligantes no trato gastrointestinal, formando assim, complexos solúveis com o mineral. Close (1998) afirma também que os minerais orgânicos, ao invés de utilizar as vias normais de captação de íons no intestino delgado, usadas pelos minerais inorgânicos, são capazes de utilizar vias de captação de peptídeos ou aminoácidos. Desse modo, a competição entre minerais pelo mesmo transportador é evitada, melhorando assim, sua disponibilidade pelo organismo. Este fato nos induz a refletir que a relação de zinco e cobre recomendada (50 mg/kg e 5 mg/kg) pode ser alterada sem causar danos às qualidades produtivas das aves, porém, a fonte do zinco deve ser obrigatoriamente orgânica.

Resultados semelhantes dos encontrados neste experimento sobre qualidade de ovos foram observados por Mabe et al. (2003), que verificaram que poedeiras produziram ovos com menor porcentagem de casca quando submetidas à suplementação de 30 e 60ppm de Zn orgânico na dieta no período de 32 a 45 semanas de idade.

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, houve também progressos no índice de gema e aumento do peso dos ovos. Klecker et al. (2002) também encontraram melhores resultados no peso e espessura da casca do ovo com substituição parcial do zinco e manganês inorgânico.

Guo et al (2002) também encontraram melhorias na casca do ovo com a suplementação do zinco orgânico em poedeiras.

Outros trabalhos apresentam resultados diferentes dos encontrados neste estudo. Mabe (2001) comparando a forma orgânica e inorgânica de suplementação de zinco e manganês em poedeiras, não encontrou diferença estatística nos parâmetros de qualidade de ovos. Bunesova (1999) também trabalhando com a

mesma espécie não encontrou efeito significativo sobre a casca dos ovos com a suplementação de zinco e manganês orgânicos.

Avaliando os resultados de qualidade dos ovos do experimento II, também não houve interação significativa ($p > 0,05$), para os níveis de zinco e de cobre e nem entre estes e a dieta controle para os parâmetros de qualidade dos ovos analisados (Tabela 7).

Tabela 7: Peso médio absoluto e relativo da gema da casca e do albúmen e Unidade Haugh dos ovos de codornas japonesas suplementadas com dietas com diferentes relações de zinco orgânico e cobre inorgânico e com níveis recomendados de ambos minerais:

Níveis (mg/kg)		Variáveis						Unidade Haugh
		Gema		Albúmen		Casca		
Zn O ¹	Cu ²	PMA	PMR	PMA	PMR	PMA	PMR	UH
35	3,5	3,62	32,47	6,60	59,23	0,92	8,29	86,18a
35	5,0	3,56	31,75	6,70	59,82	0,94	8,41	85,46a
50	3,5	3,75	32,66	6,78	59,13	0,94	8,19	84,63b
50	5,0	3,56	31,57	6,78	60,18	0,92	8,23	84,10b
65	3,5	3,57	31,57	6,80	60,16	0,93	8,26	85,47a
65	5,0	3,59	31,83	6,74	59,75	0,94	8,41	86,04a
Zn I ³	Cu	3,61	31,96	6,75	59,72	0,94	8,31	85,28a
50	5							
CV (%)		5,46	3,80	3,34	2,18	3,34	3,79	2,58

¹ Níveis de zinco orgânico (mg/Kg), ² níveis de cobre inorgânico (mg/Kg), ³ níveis de zinco inorgânico (mg/Kg), CV- coeficiente de variação. Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Student Newman Keuls a 5% de probabilidade ($p > 0,05$).

Isto indica que os fatores para as qualidades dos ovos atuaram de forma independente, e que os níveis de zinco e cobre utilizados não foram suficientes para que ocorressem competições pela absorção. Avaliando os níveis de zinco e cobre com a dieta controle, também não houve interação significativa entre as variáveis analisadas.

E quando comparamos as médias individuais dos fatores, podemos verificar que houve efeito significativo ($P < 0,05$) para a Unidade Haugh, pelo teste de Student Newman Keuls.

A unidade Haugh é uma variável determinada em função do peso do ovo e da altura do albúmen espesso. Mesmo as Unidade Haugh (UH) deste estudo estando classificadas como A, de acordo com Egg Grading Manual (2000), nos níveis de 50 mg/Kg de zinco orgânico com 3,5 e 5,0 mg/Kg de cobre, houve diferença significativa ($P < 0,05$).

Com uma possível deficiência de zinco devido a diminuição do consumo da ração também nos referidos níveis, a concentração de zinco para reações metabólicas poderia também estar reduzida, e isto afetaria a formação da casca, devido principalmente a carência do mineral na constituição da enzima anidrase carbônica.

É sabido que os microminerais desempenham ampla influência sobre a fisiologia, logo, na qualidade dos ovos das aves. O zinco é também importante para constituição da enzima anidrase carbônica, esta que participa de processos metabólicos resultantes no carbonato de cálcio (BEORLEGUI e MATEOS, 1991), que representa mais de 95% da casca do ovo. E em consequência disto, os ovos produzidos estariam com as cascas mais finas, e esta característica leva a uma perda de água mais elevada nestes ovos, podendo assim, ser um fator que levou a diminuição dos valores da Unidade Haugh também nos níveis acima citados (50 mg/Kg de zinco orgânico com 3,5 e 5,0 mg/Kg de cobre).

Valores maiores da Unidade, demonstram melhores qualidades, e a perda da água pode levar a menores alturas de albúmen, logo, menores valores da Unidade. Além disto, como a unidade Haugh também está relacionada com o peso dos ovos, estes, com cascas mais finas, apresentariam menores pesos, o que poderia ainda justificar a diferença dos valores da Unidade neste estudo.

Resultados semelhantes foram obtidos por Tabatabaei et al. (2007), que verificaram melhores valores de unidade Haugh de ovos de poedeiras suplementadas com zinco orgânico na dieta do que o tratamento sem suplementação, enquanto as demais características de qualidade dos ovos não foram afetadas.

Rutz et al. (2003) observaram melhores valores no peso do albúmen e da gema do ovo, em poedeiras de segundo ciclo de postura.

Gravena et al. (2011), que trabalharam com suplementação de 50 e 150 ppm de zinco orgânico para codornas, observaram melhorias na unidade Haugh.

Entretanto, estes resultados são diferentes dos encontrados por Nunes et al. (2013) que não observaram variações significativas para as variáveis altura do albúmen, unidade Haugh e peso da gema. E também de Paik e Lim (2003), com pesquisas utilizando suplementação de 100ppm zinco orgânico na dieta de poedeiras, aonde não observaram melhores valores para a unidade Haugh e sobre outras características da qualidade dos ovos.

7.CONCLUSÃO

Pelos resultados obtidos pode-se concluir que a relação de 35 mg/kg de zinco orgânico e 3,5 mg/kg cobre inorgânico atenderam os parâmetros de desempenho e de qualidade de ovos de codornas japonesas em postura.

8. REFERÊNCIAS

ALBINO, L.F.T.; BARRETO, S.L.T. **Criação de codornas para produção de ovos e carne**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003, 268p.

AO, T.; PIERCE, E. T. Effects of different sources (inorganic vs Bioplex) and levels of minerals on egg production, eggshell quality and mineral content. In: **SIMPÓSIO ANNUAL DA ALLTECH**, 22., Lexington, 2006. Lexington, Ky, 2006.

BAIN, M.M.; MACLEOD, N.; THOMSON, R.; HANCOCK J. W. Microcracks in eggs. **Poultry Science**, v.85, p.2001-2008, 2006.

BARRETO, S.L.de T.; ARAUJO, M.S. de; UMIGI, R.T.; MOURA, W.C.O.; COSTA, C.H.R.; MARIELE FREITAS SOUSA, M.F. Níveis de sódio em dietas para codorna japonesa em pico de postura. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, n.5, p. 1559-1565, 2007.

BEORLEGUI, C. B.; MATEOS, G. G. Factores que influyen en la calidad del huevo. *Nutricion y alimentacion de las gallinas ponedoras*, ed.9 Madri: Mundi-Prensa, p. 227-248, 1991

BERTECHINI, A.G. *Nutrição de Monogástricos*, Lavras, ed. UFLA, p.301, 2006.

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 Word Poultry Association**, p.491-494, Strasbourg, France, 2007.

BUNESOVA A. (1999): Chelated trace minerals (Zn, Mn) in nutrition of hens. **Zeszyty Naukowe Przeglądu Hodowlanego**, v.45, p.309–317.

CLOSE, W.H. The role of trace mineral proteiates in pig nutrition. In: ALLTECH'S ANNUAL SYMPOSIUM, n.14, 1998, Nottingham. *Anais...* Nottingham: Alltech, p.469-376, 1998.

COSTA, C.H.R.; BARRETO, S.L.de T.; MOURA, W.C.O.; REIS, R.de S.; LEITE, C.D.S.; MAIA, G.V.C. Níveis de fósforo e cálcio em dietas para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p. 2037-2046, 2007.

EGG GRADING MANUAL, United Stats Department of Agriculture- USDA, **Agricultural Handbook**, nº 75, 2000.

FASSANI, E.J.; BERTECHINI, A.G.; OLIVEIRA, B.L. de; GONÇALVES, T. de M.; FIALHO, E. T. Manganês na nutrição de poedeiras no segundo ciclo de produção. **Ciência e Agrotecnologia**, v.24, n.2, p.468-478, 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, nº2, p.513-518, 2013.

GRAVENA, R.A.; MARQUES, R.A.; 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.

GUO Y.M., YANG R., YUAN J., WARD T.L., FAKLER T.M. Effect of Availa Zn and ZnSO₄ on laying hen performance and egg quality. **Poultry Science**, v.81,n. 40.(2002):

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA, IBGE, produção da Pecuária municipal, 2010, v.38, 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm2010.pdf>>. Acesso em: 18 Jul. 2015.

KIEFER, C. Minerais quelatados na nutrição de aves e suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**. v.2, nº3, p.206 –220, maio/junho, 2005

KLECKER D., ZEMAN L., JELINEK P., BUNESOVA A.): Effect of manganese and zinc chelates on the quality of eggs. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 50, 59–68. 2002.

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

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

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.

MABE, I.; RAPP, C.; BAIN, M.M.; NYS, Y. Supplementation of 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, p.173, 2002.

Maciel, M.P., Saraiva, E.P., Aguiar, É.de F., Ribeiro,P.A.P., Passos,D.P., Silva, J.B. Efeito da utilização de microminerais orgânicos sobre o desempenho e a qualidade externa dos ovos de poedeiras comerciais em final de postura, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.2, p.344-348, 2010.

MCCALL, K.A.; HUANG, C.C.; FIERKE, C.A. Function and mechanism of zinc metalloenzymes. **Journal of Nutrition** , v. 130, n.5, p. 1437-1446, 2000.

MONIRA, K.N.; SALAHUDDIN, M.; MIAH, G. Effect of Breed and Holding Period on Egg Quality Characteristics of chicken, *International Journal of Poultry Science*, v.4, n.2, p.261-263, 2003.

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: Simpósio Internacional De Coturnicultura, 2., 2004, Lavras. Anais... Lavras: Núcleo de Estudos em Ciência e Tecnologia Avícolas, 2004. p.91-96.

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

ROSTAGNO, H. S. (Ed.). **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. Viçosa: UFV / DZO, 2011.

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.

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.

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.

TABATABAIE, M.M.; ALIARABI, H.; SAKI, A.A.; AHMADI, A.; HOSSEINI SIYAR, S.A. Effect Of Different Sources And Levels Of Zinc On Egg Quality And Laying Hen Performance, **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v.10, n.19, p.3476-3478, 2007.

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.