



Relação zinco cobre em dietas de codornas japonesas em postura

[Zinc copper ratio of Japanese quails diets posture]

B.C. Ferreira¹, C.O. Brito², M.D. Cordeiro³, W.A. Barboza³, D.H.B. Binoti³, T.V. Maurício¹,
C.C.F. Cunha⁴, J.G. Vargas Júnior^{3,5}

¹Aluno de pós-graduação - Universidade Federal do Espírito Santo - UFES - Alegre, ES

²Universidade Federal de Sergipe - UFS - São Cristóvão, SE

³Universidade Federal do Espírito Santo - UFES - Alegre, ES

⁴Zootecnista Autônoma

⁵Bolsista de produtividade FAPES

RESUMO

Objetivou-se verificar o efeito da suplementação de diferentes relações de zinco orgânico e de cobre inorgânico, bem como comparar os resultados com a dieta controle de codornas japonesas, sobre o desempenho produtivo e a qualidade dos ovos. Foram realizados dois experimentos na área experimental da Universidade Federal do Espírito Santo: variando os níveis de zinco orgânico e mantendo os de cobre recomendados e outro variando os níveis de cobre inorgânico. O período experimental foi de 84 dias, divididos em períodos de 21 dias. Foram usadas cinco pré-misturas minerais. Foram analisadas variáveis de desempenho e qualidade dos ovos. Foi observado primeiramente que as variáveis avaliadas não foram afetadas de forma significativa pelas diferentes relações dos minerais, exceto para pesos relativo e absoluto da casca. No segundo ensaio, não houve interação entre os níveis de zinco e de cobre nem entre estes e a dieta controle, para nenhuma das variáveis observadas; quando analisadas as médias individuais, foi observada diferença significativa para taxa de postura, relação ovos comerciais e totais, consumo de ração e na unidade Haugh. Pode-se concluir que a relação de 35mg/kg de zinco orgânico e a de 3,5mg/kg de cobre inorgânico atenderam as necessidades nutricionais dos animais para desempenho e qualidade de ovos.

Palavras-chave: aves, mineral, produção

ABSTRACT

The objective of this study was to verify the effect of the supplementation of different organic zinc and inorganic copper ratios and to compare the results with the Japanese quail control diet on the productive performance and egg quality. Two experiments were carried out in the experimental area of the Federal University of Espírito Santo, varying the levels of organic zinc and maintaining the recommended copper and the other varying levels of inorganic copper. The experimental period was 84 days. Five mineral premixes were used. Performance and egg quality variables were analyzed. It was first observed that the evaluated variables were not affected significantly by the different mineral relations, except for relative and absolute weight of the bark. In the second test, there was no interaction between the zinc and copper levels, neither between the control and the control diet, for any of the variables observed, when analyzing the individual means, a significant difference was observed for posture rate, commercial and total eggs ratio, feed intake, and in the Haugh Unit. It can be concluded that the ratio of 35mg/kg organic zinc and 3,5mg/kg of inorganic copper met the nutritional requirements of the animals for performance and egg quality.

Keywords: birds, mineral, production

Recebido em 7 de novembro de 2016

Aceito em 20 de abril de 2017

E-mail: biblianadcf@hotmail.com

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, seja pelo aspecto nutricional, pois tanto os ovos quanto as carnes possuem proteínas de alto valor biológico. A produção de ovos de codornas apresenta-se como uma das áreas crescentes no âmbito nacional e isto 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 (Produção..., 2010).

Alguns fatores que contribuem para a criação de codornas são 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, o menor investimento e o rápido retorno.

A grande maioria das pesquisas na área de nutrição de codornas aborda 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, 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 cofatores. O cobre, por exemplo, está relacionado com o metabolismo do ferro, é essencial na formação óssea e faz parte também de enzimas como a citocromo oxidase, a superóxido dismutase e a lisil oxidase (Bertechini, 2006).

O zinco é um micromineral que pode estar atuando na síntese, no armazenamento e na secreção de alguns hormônios, no equilíbrio ácido-base do organismo e também na calcificação óssea. Participa da atividade de várias enzimas. Uma das mais conhecidas e citada neste estudo é a anidrase carbônica, que está ligada diretamente à constituição da casca dos ovos.

Os minerais orgânicos, também conhecidos como minerais quelato ou quelatados, estão ligados a estruturas orgânicas, como aminoácidos ou também polissacarídeos. No momento da absorção, esses minerais podem ser absorvidos juntamente com essas estruturas, aumentando a disponibilidade desses elementos para uso do organismo. Como a sua absorção acontece de forma gradual, isso dificulta possíveis saturações pelos sítios de absorção, assim, poderia ser possível fornecer menores níveis na ração, acreditando-se também que o desempenho animal fosse melhorado.

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

MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos simultâneos, em que os dados de desempenho obtidos ocorreram na área experimental de Rive, no setor de Avicultura, da Universidade Federal do Espírito Santo, enquanto 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, no estado do Espírito Santo. 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 quatro 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 ovos com a casca fina. No experimento I, em que os níveis de cobre inorgânico seguiram a recomendação (5mg/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 obterem diferentes níveis de zinco (35, 50, 65 e 80mg/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 3x2+1, com três níveis de zinco orgânico (35, 50 e 65mg/kg) e dois níveis de cobre inorgânico (3,5 e 5mg/kg) e uma dieta controle (50 e 5mg/kg zinco e cobre inorgânicos, respectivamente), com sete

tratamentos, 10 repetições e oito animais por unidade experimental. O peso médio inicial das aves em ambos experimentos foram de 180±21,2g. A ração basal dos experimentos foi formulada à base de milho e farelo de soja e seguiu as recomendações de Rostagno (2011) para atender as exigências nutricionais das aves (Tab. 1).

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
DL-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-hidroxitolueno (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

¹Suplemento vitamínico (por kg do produto): vitamina A – 8.000.000UI; vitamina D3 – 2.000.000UI; vitamina K3 – 1.800mg; vitamina B1 – 1.500mg; vitamina B12 – 12.000mcg; vitamina B2 – 5.000mg; vitamina B6 – 2.800mg; vitamina E – 15.000UI; niacina – 35g; biotina – 25mg; ácido pantotênico – 12g; ácido fólico – 750mg; 1 butil-hidroxitolueno – 1.000mg. ²Suplemento 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 dessas 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, foi usado zinco orgânico, e na 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, a PM 3 com 218,8g/kg de zinco orgânico

(16%) e 14g/kg de sulfato de cobre, a PM 4 com 406g/kg de zinco orgânico (16%) e 14g/kg de sulfato de cobre e a PM 5 com 69,4g/kg de óxido de zinco e 20g/kg de sulfato de cobre.

No dia em que foi preparada a ração experimental, foram separados aproximadamente 60kg de ração para cada tratamento e pesou-se a quantidade da PM de acordo com cada tratamento. Para o experimento I, foram utilizadas duas concentrações de PM: 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). Foi feita uma diluição das duas PM, de modo que os tratamentos recebessem a concentração dos minerais desejada. No experimento II, no tratamento I, foi utilizada a PM 3, nos tratamentos II (35mg/kg de zinco orgânico e 5mg/kg de cobre), IV (50mg/kg de zinco orgânico e 5mg/kg de cobre) e VI (65mg/kg de zinco orgânico e 5mg/kg de cobre), foram feitas diluições das PM 1 e 2 na concentração de 75% e 25%, 50% e 50%, 25% e 75%, respectivamente. Para o tratamento III (50mg/kg de zinco orgânico e 3,5mg/kg de cobre), foi feita uma diluição das PM 3 e 4 na concentração de 50% e 50%. No tratamento V (65mg/kg de zinco orgânico e 3,5mg/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 mexido com a mistura mineral e posteriormente adicionado ao restante da ração (60kg). As rações foram identificadas e armazenadas em recipientes com tampa na sala de ração.

Os animais receberam água e ração à vontade, sendo o arraçamento feito duas vezes ao dia, de forma a reduzir desperdícios. As aves foram distribuídas nas unidades experimentais de acordo com seu peso corporal e produção de ovos, sendo redistribuídas após 14 dias de controle da produção de ovos, de forma a uniformizar a taxa de postura. Os comedouros eram de chapa galvanizada, e os bebedouros tipo nipple, dispostos, respectivamente, nas partes frontal e anterior das gaiolas.

Foram avaliados 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 do quarto período, quando foram coletados aleatoriamente cinco ovos de cada unidade experimental por período de três dias, totalizando 15 ovos/Unidade Experimental. Estes foram pesados com o objetivo de mensurar o parâmetro de peso médio dos ovos. Posteriormente, foram separados três ovos e mensurada a altura do albúmen espesso por meio de paquímetro digital em suporte de tripé. Esses ovos foram quebrados em superfície plana e foi usada a fórmula de acordo com Monira *et al.* (2003): $HU=100 \times \log (h-1,7w^{0,37}+7,6)$, em que h é a altura do albúmen espesso e W o peso do ovo inteiro. Além disso, cinco ovos foram quebrados, e separou-se a gema do albúmen. A gema foi pesada, a casca foi lavada e seca 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 o da casca.

Os dados de ambos os experimentos foram submetidos às análises estatísticas utilizando-se o programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genética) da Universidade Federal de Viçosa (Sistema..., 1997), onde se utilizou, para o experimento I, análise de variância e modelo polinomial, e para o experimento II, análise de variância e teste de Student-Newman-Keuls.

Este trabalho de número 63/2015 foi realizado de acordo com os princípios éticos da experimentação animal, adotados pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Espírito Santo (Ceua-Ufes).

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 (Tab. 2), o consumo de ração, a conversão alimentar por massa de ovo e a conversão alimentar por quilograma por dúzia de ovos (Tab. 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 Zn O ¹ (mg/kg)	Variáveis				MOC (g) Ovos/Ave/Dia
	PMO (g)	Comerciais	Totais	TP (%) C/T	
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

¹Zinco orgânico (16%): foram usados 5mg/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 em postura suplementadas com diferentes níveis de zinco orgânico nas rações

Níveis znO ¹ (mg/kg)	CR (g)	CAGG (g/g)	CAKD(kg/dz)
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

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

Esses resultados evidenciam que não houve deficiência de zinco nos tratamentos para a realização das funções das referidas variáveis. É sabido que a recomendação de zinco inorgânico é de 50mg/kg de ração e que a deficiência de microminerais pode levar a alterações na ingestão de ração e, conseqüentemente, à 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.

Essa alta biodisponibilidade do micromineral orgânico está relacionada com a melhor absorção. Já que são absorvidos juntamente com a estrutura orgânica à qual estão ligados, o antagonismo se torna irrelevante, conseqüentemente, com essa melhor absorção, haverá maiores concentrações desses elementos para utilização pelas células. Desse modo, não foi possível observar variações no desempenho dos animais.

Ao se verificarem os resultados das variáveis de desempenho do experimento II, nas diferentes relações, foi observado que não houve interação significativa ($P > 0,05$) para os níveis de zinco e de cobre nem entre estes e a dieta controle, para nenhuma das variáveis de desempenho observadas. Isso evidencia 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, podendo ser observadas a taxa de postura e a massa dos ovos abaixo nas médias das variáveis do peso médio de ovo (Tab. 4).

Porém, quando comparadas as médias individuais dos fatores, foi verificado 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, seja com outros constituintes, comparados a outros componentes no lúmen intestinal. Assim, no momento da absorção, tanto o excesso quanto a deficiência de determinado mineral podem fazer com que haja maior ou menor absorção de outro.

Relação zinco cobre...

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

Níveis	Variáveis					MOC (g) Ovos/Ave/Dia
	Zn O ¹	Cu ²	PMO (g)	TP (%)	Comerciais/Totais	
			Comerciais	Totais		
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

¹Níveis de zinco orgânico (mg/kg), ²níveis de cobre inorgânico (mg/kg), ³níveis 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).

Dessa maneira, sobre a taxa de postura, a relação dos ovos comerciais e totais teve 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 35mg/kg de zinco orgânico e 3,5mg/kg de cobre os resultados não foram afetados, em comparação com os outros tratamentos, pode ser que, nestes níveis de microminerais, a absorção do cobre tenha afetado a do zinco de forma negativa, diminuindo a absorção de zinco, e, por consequência, houve menos zinco na circulação para constituição das enzimas, principalmente a anidrase carbônica. Assim, os ovos se apresentaram com cascas mais finas, ao ponto de não estarem aptos para comercialização, o que

diminuiu a relação de ovos comerciais e ovos totais do estudo.

Estudos de Figueiredo Júnior *et al.* (2013), trabalhando com poedeiras, ao utilizar minerais orgânicos, encontraram melhor taxa de postura.

Gravena *et al.* (2011), quando trabalharam com codornas japonesas em postura, suplementadas com 50, 100 e 150mg de zinco orgânico, 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 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 (Tab. 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 os 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
ZnI ³ 50	5,0		21,24 b	2,243	0,308
CV (%)			3,07	5,58	6,24

¹Níveis de zinco orgânico (mg/kg), ²níveis de cobre inorgânico (mg/kg), ³níveis 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).

Quando comparadas as médias individuais dos fatores, foi verificado 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 50mg/kg de zinco orgânico com 3,5mg/kg e também 5,0mg/kg de cobre inorgânico e também na dieta controle, foi alterado o consumo de ração das aves. O consumo foi menor nesses níveis, demonstrando que o zinco pode não ter sido liberado no intestino de forma gradual, o que proporcionou ao animal uma ligeira deficiência. A deficiência de microminerais pode levar a alterações no consumo de ração. Tabatabaie *et al.* (2007) afirmam que a deficiência de zinco na dieta pode reduzir o consumo.

Aparentemente, os níveis descritos geraram um desbalanço nutricional capaz de alterar a concentração desse mineral no plasma

sanguíneo, ativando os mecanismos fisiológicos de regulação do apetite, e, por conseguinte, o consumo.

Maciel *et al.* (2010) e Swiatkiewicz e Koreleski (2008), assim como Figueiredo Júnior *et al.* (2013), em trabalhos com poedeiras comerciais suplementadas com minerais orgânicos, incluindo zinco, não verificaram diferenças no consumo de ração.

Quando foram analisados os resultados das variáveis de qualidade dos ovos, foi verificado, no primeiro experimento, para os pesos absoluto e relativo do albúmen e da gema, assim como para a unidade Haugh, que não houve diferença significativa ($P > 0,05$). Como evidenciado (Tab. 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 codornas em postura sobre os pesos médio absoluto (PMA) e relativo (PMR) dos constituintes dos ovos e unidade Haugh (UH) observados no experimento

Níveis de znO (mg/kg)	Variáveis						Unidade Haugh UH
	Gema		Albúmen		Casca *		
	PMA (g)	PMR(%)	PMA(g)	PMR(%)	PMA(g)	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 5mg/kg de cobre em todos os tratamentos, znO- zinco orgânico, * diferença significativa ($P < 0,05$), CV- coeficiente de variação.

Observou-se que, em ambos os casos (pesos relativo e absoluto) foram obtidos pontos de mínimo valor, ou seja, as cascas apresentaram-se mais leves nesses pontos estimados. No entanto, é indispensável frisar que foi observado que as cascas se apresentavam íntegras e com qualidade suficiente para armazenagem ao ponto de manterem características internas do ovo (gema e albúmen).

Os níveis de zinco orgânico utilizados nos pontos de mínimo valor dos pesos 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. Em consequência disso, pode ter ocorrido uma ligeira deficiência de zinco para as necessidades metabólicas dos animais em relação à constituição da casca, e mais especificamente para compor a enzima anidrase carbônica, que necessita do zinco disponível.

É sabido que os minerais orgânicos possuem o processo de absorção mais eficiente que os inorgânicos. Em vez de utilizarem as vias normais de captação de íons no intestino delgado, usadas pelos minerais inorgânicos, eles são capazes de utilizar vias de captação de

Relação zinco cobre...

peptídeos ou aminoácidos. Desse modo, a competição entre minerais pelo mesmo transportador é evitada, melhorando sua disponibilidade pelo organismo. Esse fato leva a refletir que a relação de zinco e cobre recomendada (50mg/kg e 5mg/kg) pode ser alterada sem causar danos às qualidades produtivas das aves, porém a fonte do zinco deve ser obrigatoriamente orgânica. Guo *et al.* (2002)

encontraram melhorias na casca dos ovos com a suplementação do zinco orgânico em poedeiras.

Ao se avaliarem os resultados de qualidade dos ovos do experimento II, observou-se que também não houve interação significativa ($P>0,05$) para os níveis de zinco e de cobre nem entre estes e a dieta controle para variáveis da qualidade dos ovos analisados (Tab. 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 os minerais

Níveis (mg/kg) Zn ¹	Cu ²	Variáveis						Unidade Haugh UH
		Gema		Albúmen		Casca		
		PMA(g)	PMR(%)	PMA (g)	PMR (%)	PMA (g)	PMR (%)	
35	3,5	3,620	32,470	6,600	59,230	0,920	8,290	86,180a
35	5,0	3,560	31,750	6,700	59,820	0,940	8,410	85,460a
50	3,5	3,750	32,660	6,780	59,130	0,940	8,190	84,630b
50	5,0	3,560	31,570	6,780	60,180	0,920	8,230	84,100b
65	3,5	3,570	31,570	6,800	60,160	0,930	8,260	85,470a
65	5,0	3,590	31,830	6,740	59,750	0,940	8,410	86,040a
Zn I ³	Cu ²							
50	5	3,610	31,960	6,75	59,72	0,94	8,31	85,280a
CV (%)		5,46	3,80	3,34	2,18	3,34	3,79	2,58

¹Níveis de zinco orgânico (mg/kg), ²níveis de cobre inorgânico (mg/kg), ³níveis 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 ($P>0,05$).

Os fatores utilizados para avaliar a qualidade dos ovos atuaram de forma independente, e os níveis de zinco e cobre utilizados não foram suficientes para que ocorressem competições pela absorção. Ao se compararem os níveis de zinco e cobre com a dieta controle, observou-se que também não houve interação significativa entre as variáveis analisadas.

Quando foram comparadas as médias individuais dos fatores, foi também verificado que houve efeito significativo ($P<0,05$) para a unidade Haugh, usando-se a estatística do 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 unidades Haugh (UH) deste estudo estando classificadas como A, de acordo com Egg Grading Manual (2000), nos níveis de 50mg/kg de zinco orgânico com 3,5 e 5,0mg/kg de cobre, houve diferença significativa ($P<0,05$).

Com uma possível deficiência de zinco devido à 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 à carência do mineral na constituição da enzima anidrase carbônica. O carbonato de cálcio, que representa mais de 95% da casca do ovo, necessita da referida enzima para ser produzido. Em consequência disso, os ovos produzidos estariam com as cascas mais finas, e essa característica leva a uma perda de água mais elevada nesses ovos, podendo, assim, ser um fator que levou à diminuição dos valores da unidade Haugh também nos níveis acima citados (50mg/kg de zinco orgânico com 3,5 e 5,0mg/kg de cobre).

Valores maiores da unidade Haugh demonstram melhores qualidades, e a perda da água pode levar a menores alturas de albúmen, logo, menores valores dessa unidade. Além disso,

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 Haugh neste estudo.

CONCLUSÃO

Pelos resultados obtidos, conclui-se que a relação de 35mg/kg de zinco orgânico e 3,5mg/kg de cobre inorgânico atende as necessidades nutricionais das codornas japonesas para desempenho e qualidade de ovos.

REFERÊNCIAS

- BERTECHINI, A.G. *Nutrição de monogástricos*. Lavras, MG: Universidade Federal de Lavras, 2006. v.1, p.301.
- EGG grading manual. Washington: USDA, 2000. 60p. (Agricultural Handbook, n.75).
- FIGUEIREDO JÚNIOR, J.P.; COSTA, F.G.P.; GIVISIEZ, P.E.N. *et al.* Substituição de minerais inorgânicos por orgânicos na alimentação de poedeiras semipesadas. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.65, p.513-518, 2013.
- GRAVENA, R.A.; MARQUES, R.A.; PICARELLI, J. *et al.* Suplementação da dieta de codornas com minerais nas formas orgânicas sobre o desempenho e a qualidade dos ovos. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.63, p.1453-1460, 2011.
- GUO Y.M.; YANG R.; YUAN J. *et al.* Effect of avails Zn and ZnSO₄ on laying hen performance and egg quality. *Poult. Sci.*, v.81, p.40, 2002.
- MACIEL, M.P.; SARAIVA, E.P.; AGUIAR, E.F. *et al.* Efeito da utilização de micro minerais orgânicos sobre o desempenho e a qualidade externa dos ovos de poedeiras comerciais em final de postura. *Rev. Bras. Zootec.* v.39, p.344-348, 2010.
- MONIRA, K.N.; SALAHUDDIN, M.; MIAH, G. Effect of breed and holding period on egg quality characteristics of chicken. *J. Poult Sci.*, v.4, p.261-263, 2003.
- PRODUÇÃO da pecuária municipal. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm2010.pdf>>. Acessado em: 18 jul. 2015.
- ROSTAGNO, H.S. (Ed.). *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais*. Viçosa: UFV, 2011. p.186.
- SISTEMA para análises estatísticas-SAEG. Versão.7.0. Viçosa: UFV / Fundação Arthur Bernardes, 1997.
- SWIATKIEWICZ, S.; KORELESKI, J. The effect of zinc and manganese source in the diet for laying hens on eggshell and bones quality. *Vet. Med.*, v.53, p.553-563, 2008.
- TABATABAIE, M.M.; ALIARABI, H.; SAKI, A.A. *et al.* Effect of different sources and levels of zinc on egg quality and laying hen performance. *Pak. J. Biol. Sci.*, v.10, p.3476-3478, 2007.