

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JULIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS CÂMPUS DE
JABOTICABAL

SUPLEMENTAÇÃO DE RAÇÃO DE CODORNAS COM
SELÊNIO, ZINCO E MANGANÊS DE FONTE ORGÂNICA.

Rodrigo Antonio Gravena
Zootecnista

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Fevereiro de 2010

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JULIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

SUPLEMENTAÇÃO DE RAÇÃO DE CODORNAS COM
SELÊNIO, ZINCO E MANGANÊS DE FONTE ORGÂNICA.

Rodrigo Antonio Gravena

Orientador: oraProf^a. Dra. Vera Maria Barbosa de Moraes

Co-orientad: Prof^a. Dra. Sandra Aida de Queiroz

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências
Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de
Jaboticabal, como parte das exigências para a
obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
Fevereiro de 2010



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE JABOTICABAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: SUPLEMENTAÇÃO DE RAÇÃO DE CODORNAS COM SELÊNIO, ZINCO E MANGANÊS DE FONTE ORGÂNICA.

AUTOR: RODRIGO ANTONIO GRAVENA
CO-ORIENTADORA: Profa. Dra. SANDRA AIDAR DE QUEIROZ

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE em ZOOTECNIA , pela Comissão Examinadora:

Profa. Dra. SANDRA AIDAR DE QUEIROZ
Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Prof. Dr. OTTO MACK JUNQUEIRA
Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Prof. Dr. ANTONIO CARLOS DE LAURENTIZ
Departamento de Biologia e Zootecnia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Data da realização: 23 de fevereiro de 2010.

G775s Gravena, Rodrigo Antonio
Suplementação de ração de codornas com selênio, zinco e manganês na forma orgânica / Rodrigo Antonio Gravena. -- Jaboticabal, 2010
xi, 70 f. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2010
Orientador: Vera Maria Barbosa de Moraes
Co-orientadora: Sandra Aidar de Queiroz
Banca examinadora: Otto Mack Junqueira, Antonio Carlos de Laurentiz
Bibliografia

1. Codornas japonesas. 2. Codornas - Nutrição animal. 3. Codornas - Minerais orgânicos I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.594.

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Rodrigo Antonio Gravena – nascido em São Carlos em 07 de Junho de 1984. Em março de 2003 iniciou o curso de Zootecnia na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal (FCAV-UNESP), concluindo-o em Dezembro de 2007. Iniciou estágio no setor de Avicultura da Unesp de Jaboticabal em Maio de 2003 e terminou em Dezembro de 2007. Em Março de 2008 iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia na FCAV-UNESP.

Oferecimentos

Ofereço este trabalho à:

minha mãe e toda minha família que sempre esteve presente na minha vida;

professora Dr^a Vera Maria Barbosa de Moraes;

todas as pessoas que me ajudaram no experimento;

todas as pessoas que gostam de Ciência, e principalmente de aves.

Agradecimentos

Primeiramente à minha mãe, à minha família e à minha namorada.

À professora Vera pela confiança que teve e pelas oportunidades que me deu, sendo que ela é a grande responsável por tudo isso.

À professora Sandra Aidar Queiroz pela co-orientação e participação nas bancas de qualificação e defesa da dissertação.

Aos professores Otto Mack Junqueira e Antonio Carlos de Laurentiz pela participação na banca de defesa da dissertação.

Ao Rafael Henrique Marques, Janaina Della Torre Silva, Fabrício Hirota Hada, Josiane Roccon e Juliana Picarelli pela ajuda na condução do experimento.

Ao Marcel Boiago e a Vanessa Silva pela ajuda com as análises estatísticas.

À Sandra, Osvaldo e Helinho da fábrica de ração, e ao Robson, Isildo e Vicente, funcionários do aviário.

Ao Sr. Osvaldo Esperança Rocha da empresa VICAMI pela doação das codornas utilizadas no experimento.

À todos meus amigos, principalmente os da república Amoribunda, onde eu moro.

À Dona Creuza por todos os dias de alegria.

Muito obrigado a todos.

ÍNDICE

pg

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
Introdução	1
Selênio.....	2
Zinco	4
Manganês	7
Minerais orgânicos.....	8
Enriquecimento dos ovos	10
Objetivos do estudo	11
Referências bibliográfica	12
CAPÍTULO 2 - SUPLEMENTAÇÃO DA DIETA DE CODORNAS JAPONESAS	
COM SELÊNIO DE FONTE ORGÂNICA.....	22
Introdução	24
Materiais e métodos	25
Resultados e discussão	28
Conclusões	34
Referências bibliográficas	35
CAPÍTULO 3 – SUPLEMENTAÇÃO DA DIETA DE CODORNAS JAPONESAS	
COM ZINCO DE FONTE ORGÂNICA	40
Introdução	42
Material e métodos	43
Resultados e discussão	46
Conclusões	53
Referências bibliográficas	53
CAPÍTULO 4 – SUPLEMENTAÇÃO DA DIETA DE CODORNAS JAPONESAS	
COM MANGANÊS DE FONTE ORGÂNICA.....	57
Introdução	59
Materiais e Métodos	60
Resultados e Discussão	63
Conclusões	68
Referências bibliográficas	68

ÍNDICE DE TABELAS**pg**

CAPITULO 2 - SUPLEMENTAÇÃO DA DIETA DE CODORNAS JAPONESAS COM SELÊNIO DE FONTE ORGÂNICA.....	22
Tabela 1. Composição percentual e calculada das rações fornecidas às aves.	26
Tabela 2. Médias de conversão alimentar (CA) por massa de ovos e por dúzia de ovos, peso médio dos ovos (PO), consumo diário de ração (CR), porcentagem de postura (PP) e viabilidade (V) das codornas suplementadas com Selênio orgânico.....	29
Tabela 3. Médias de unidade Haugh (UH), índice gema (IG), porcentagens de casca (PC), albúmen (PA) e gema (PG), gravidade específica (GE), espessura de casca (EC) dos ovos de codornas suplementadas com Se orgânico.....	30
Tabela 4. Médias de porcentagens de albúmen (PA) e gema (PG), índice gema (IG), unidade Haugh (UH) e perda de peso (PP) dos ovos de codornas suplementadas com Se orgânico armazenados em diferentes temperaturas e períodos.	31
Tabela 5. Concentração de Se na gema e no albúmen em ovos de codornas suplementadas com Se orgânico.	34
CAPÍTULO 3 – SUPLEMENTAÇÃO DA DIETA DE CODORNAS JAPONESAS COM ZINCO DE FONTE ORGÂNICA	40
Tabela 1. Composição percentual e calculada das rações fornecidas às aves na fase de postura.....	44
Tabela 2. Médias de consumo diário de ração (CDR), conversão alimentar por massa de ovos (CA), conversão alimentar por dúzia de ovos (CD), peso dos ovos (PO), porcentagem de postura (PP) e Viabilidade (V) das aves suplementadas com Zn orgânico.....	47
Tabela 3. Médias de unidade Haugh (UH), índice gema (IG), porcentagens de casca (PC), albúmen (PA) e gema (PG), gravidade específica (GE) e espessura de casca (EC) dos ovos das aves suplementadas com Zn orgânico.	48

Tabela 4. Médias de porcentagens de albúmem (PA) e gema (PG), índice gema (IG), unidade Haugh (UH) e perda de peso (PP) dos ovos de aves suplementadas com Zn orgânico armazenados em diferentes períodos e temperaturas.	50
Tabela 5. Médias de desdobramento da interação entre níveis e temperatura para perda de peso dos ovos.	51
Tabela 6. Médias da concentração de Zn na gema dos ovos das aves suplementadas com Zn orgânico.	52
CAPÍTULO 4 – SUPLEMENTAÇÃO DA DIETA DE CODORNAS JAPONESAS COM MANGANÊS DE FONTE ORGÂNICA.....	57
Tabela 1. Composição percentual e calculada das rações fornecidas às aves na fase de postura.....	61
Tabela 2. Médias de consumo diário de ração (CDR), porcentagem de postura (PP), peso dos ovos (PO), conversão alimentar por massa de ovos (CA), conversão alimentar por dúzia de ovos (CD) e Viabilidade. (V) das aves.....	64
Tabela 3. Médias de unidade haugh (UH), índice gema (IG), porcentagens de casca (PC), albúmem (PA) e gema (PG), gravidade específica (GE), espessura de casca (EC) dos ovos das aves suplementadas com Mn orgânico.	65
Tabela 4. Resultados de porcentagens de albúmen (PA), gema (PG), índice gema (IG), unidade Haugh (UH) e perda de peso (PP) dos ovos de aves suplementadas com Mn orgânico armazenados em diferentes períodos e temperaturas.....	67
Tabela 5. Concentração de Mn na gema de ovos de codornas suplementadas com Mn orgânico.....	67

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

Introdução

Pode-se afirmar que o ovo é um alimento extremamente nutritivo, possuindo proteína de alta qualidade, vitaminas e minerais indispensáveis à saúde humana, sendo classificado como alimento funcional.

Alimentos funcionais são definidos como sendo comida ou bebida que proporcione algum benefício fisiológico, ajude na prevenção ou tratamento de doenças, melhore o desempenho físico e mental através da adição de um ingrediente funcional, procedimento de modificação ou uso da biotecnologia nos alimentos. Ovo enriquecido com o ácido graxo Omega – 3 é exemplo de alimento funcional (JONES, 2002).

O estudo feito sobre o teor de selênio (Se) nos alimentos consumidos no Brasil, evidenciou que produtos de origem animal são importantes na dieta para garantir o consumo dos teores recomendados de Se (FERREIRA et al., 2002). Utilizando os dados apresentados neste estudo, constata-se que o filé mignon, considerado carne nobre, apresenta 5,2 ug de Se/100 g de carne e alimentos bastante consumidos no país, como o feijão e o arroz, apresentam 1,7 ug de Se/100 g de cada alimento cozido. A quantidade de zinco (Zn) e manganês (Mn) em alguns alimentos foi estudada por JORHEM & SUNDSTROM (1993). Os autores verificaram que a carne bovina tem 49 mg de Zn e 0,093 mg de Mn/kg de carne e a carne suína apresenta 24 mg de Zn e 0,12 mg de Mn/kg de carne. A quantidade destes minerais contidos nos ovos é, de aproximadamente, 37 mg de Zn e 0,63 mg de Mn/kg de gema (MABE et al., 2003) e a de Se é de 15 ug de Se/100 g de ovo (FERREIRA et al., 2002), podendo-se concluir que o ovo é uma excelente fonte destes minerais.

Aliado a todos os aspectos positivos de desempenho, aos baixos investimentos e ao rápido retorno econômico, a criação de codornas tem despertado grande interesse de produtores, empresas e pesquisadores (MURAKAMI & GARCIA, 2007). Esta afirmação foi confirmada em pesquisa recente divulgada pelo IBGE (2009), onde foi apresentado que o efetivo de codornas em 2008 no Brasil teve aumento de 18,3%

quando comparado ao ano de 2007. A produção de ovos de codorna teve aumento de 20,4%, relativamente ao ano de 2007 e foram produzidas 157,781 milhões de dúzias, a um preço médio de R\$ 0,70 a dúzia.

De acordo com BETTO (2004), fome e desnutrição formam um círculo vicioso, produzindo efeitos cumulativos e irreversíveis, como a dificuldade de assimilação de conhecimento pelas crianças raquíticas ou mal alimentadas, diminuição da imunidade, retardamento mental, cegueira e morte precoce.

MULLER & KRAWINKEL (2005) citaram em revisão sobre a má nutrição em países em desenvolvimento, que 53% de mortes de crianças com até 5 anos estão associadas à desnutrição, envolvendo doenças como diarreia, doenças respiratórias, malária, AIDS, dentre outras.

Em consideração as definições aplicadas para alimentos funcionais, incluindo ovos enriquecidos, aos problemas causados pela desnutrição em humanos, ao baixo custo dos ovos e possibilidade de aumentar o teor de minerais nos ovos, este estudo teve como objetivo avaliar o efeito da suplementação dos minerais orgânicos Se, Zn e Mn na dieta de codornas japonesas sobre o desempenho das aves e a qualidade dos ovos, incluindo a determinação da concentração destes minerais nos ovos, com o intuito de melhorar a composição nutricional destes alimentos.

Selênio

O Se, mineral que desempenha importante papel no organismo, é essencial na nutrição animal. Este elemento é encontrado em diferentes concentrações nos tecidos e faz parte de 25 selenoproteínas. É um importante nutriente antioxidante e tem algumas funções que vem sendo muito estudadas e comprovadas em humanos, principalmente na prevenção do câncer, doenças virais e na melhora na saúde de portadores de HIV. A deficiência deste mineral em humanos pode causar comprometimento do sistema imune, aumentando a susceptibilidade a doenças como artrite, câncer, catarata, doenças cardiovasculares, diabete, distrofia muscular, dentre outras (SURAI, 2006b).

Células adequadamente supridas com Se são menos susceptíveis aos danos endógenos e exógenos causados pelos radicais livres que podem atacar o DNA causando mutações e ativação química ou viral de agentes carcinogênicos. A proteção contra danos de radicais livres no organismo é dependente do Se presente na Glutathione Peroxidase (GSH-Px) e outras selenoproteínas na forma de selenocisteína (SCHAUZER et al., 1980).

A produção de radicais livres se dá durante toda a vida da célula e causa a peroxidação da membrana celular. Sabe-se que a linha de defesa do sistema imunológico capaz de combater a formação e propagação destes radicais livres é composta pela enzima Se-GSH-Px, juntamente com as vitaminas A, E, C e carotenóides (SURAI, 2000). Desta forma, a peroxidação lipídica da membrana celular é acelerada pela deficiência nutricional de Se, podendo causar morte da célula (HALLIWELL & GUTTERIDGE, 1999).

Antioxidantes, como algumas vitaminas, podem formar hidroperóxidos durante a reação com radicais livres, sendo estes tóxicos e quando não removidos do organismo prejudicam a estrutura e a função da membrana celular (GUTTERIDGE & HALLIVELL, 1990), porém, apenas o Se-GSH-Px pode converter radicais livres em produtos não reativos (BRIGELIUS-FLOKE, 1999).

Correlacionando a ingestão diária de Se com a mortalidade causada pelos cânceres de próstata, mama, pulmão, ovário, intestino, pâncreas, pele e a leucemia, SCHRAUZER (2002) concluiu que em países onde a ingestão de Se é baixa, a incidência e mortalidade causada por estes tipos de câncer são maiores do que em locais onde as pessoas ingerem maior quantidade de Se.

Em vários estudos epidemiológicos, pré-clínicos e clínicos, a suplementação alimentar com Se em humanos tem demonstrado ser promissora na prevenção do câncer de próstata (STRATTON et al., 2003).

Em estudo feito na China com pessoas recebendo dietas suplementadas com Se, observou-se que as incidências de câncer de fígado (YU et al., 1991) e hepatites virais (YU et al., 1989) foram reduzidas em comparação com o grupo de pessoas que não recebeu a suplementação de Se.

Em outra região da China, onde há uma das maiores incidências de câncer de esôfago do mundo, BLOT et al. (1993) avaliaram grupos de pessoas que receberam diferentes suplementações alimentares com vitaminas e minerais e constataram redução de 9% da mortalidade total e 13% da mortalidade causada pelo câncer, apenas no grupo de pessoas que recebeu a suplementação com Se, Betacaroteno e Vitamina E.

Na China, anualmente, milhares de pessoas eram vítimas da doença viral causadora da cardiomiopatia fatal, deste modo, CHEN et al. (1980) observaram que a suplementação da dieta com Se erradicou a doença.

NATELLA et al. (2007) afirmaram a existência de correlação inversa entre ingestão de Se e incidência de doenças crônicas e degenerativas, como doenças cardiovasculares. A suplementação da dieta com Se tem mostrado melhoras no fluido sanguíneo e modificação no metabolismo de lipoproteínas, o que pode ser considerado um fator de proteção contra o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (ABDULAH et al., 2007).

Alguns estudos comprovaram que a suplementação alimentar com Se melhorou a saúde de pacientes adultos portadores do vírus da AIDS, atuando de forma positiva no mecanismo de defesa natural do organismo (OLMSTED et al., 1989; CIRELLI et al., 1991; SCHRAUZER & SACHER, 1994).

Na nutrição animal é possível encontrar diversos estudos comprovando efeitos causados pela suplementação da dieta de aves com Se sobre o desempenho e qualidade dos ovos. STANLEY et al. (2004) observaram aumento na produção e no peso dos ovos e ALJAMAL et al. (2008) perceberam aumento no consumo de ração, na unidade Haugh e gravidade específica dos ovos de poedeiras suplementadas na dieta com 0; 0,25 e 0,50 ppm de Se de fontes orgânicas e inorgânicas. SURAI et al. (2006a) demonstraram que codornas suplementadas com 0,5 mg/kg de Se orgânico foram capazes de transferir este mineral para os ovos.

Zinco

O zinco (Zn) é um mineral essencial, pois exerce funções fundamentais no organismo animal, tais como, o crescimento celular e a produção de enzimas necessárias à síntese de RNA e DNA (PFEIFFER et al., 1997). Além destas terem papel importante como antioxidante, protegendo grupos sulfidrilas e inibindo a produção de espécies reativas de oxigênio por metais de transição (MAFRA, 2004).

Este mineral participa também da atividade de, aproximadamente, 300 enzimas e desempenha diversas funções metabólicas no organismo animal. Uma destas funções está relacionada a defesa do organismo contra a ação de radicais livres (PRASAD & KUCUK, 2002).

O Zn é componente estrutural e catalítico da enzima superóxido dismutase (SOD) presente no citoplasma de todas as células, que possui como centro ativo um íon cobre e um íon zinco (LEHNINGER et al., 1998), capaz de atacar radicais livres. A ação da SOD é catalisar a conversão de dois radicais íons superóxido a peróxido de hidrogênio e oxigênio molecular.

Outro importante mecanismo de defesa com a participação do Zn ainda não está bem definido, porém sugere-se que o Zn, no organismo, aumenta a síntese de metalotioneína, proteína rica em cistina, capaz de atacar os radicais livres (OTEIZA et al., 1996). A metalotioneína é sintetizada nos tecidos em resposta a dietas com Zn e podem conter 7 átomos de Zn por molécula de proteína (COUSINS & LEE-AMBROSE, 1992).

O metabolismo da Vitamina A é influenciado pelo Zn, que participa dos processos de absorção, transporte e utilização da vitamina, influenciando na visão, pela ação na conversão do retinol em retinal, sendo esta uma reação que necessita de enzimas Zn dependentes (CHRISTIAN & WEST, 1998).

A deficiência de Zn pode afetar clinicamente o sistema orgânico, causando alterações epidermais, gastrintestinais, neurais, esqueléticas, reprodutivas, imunológicas (HAMBIGDE, 2000), suprimindo as funções do Timo, desenvolvimento dos linfócitos T, linfoproliferação (SHANKAR & PRASAD) e redução da concentração do hormônio do crescimento (MACDONALD, 2000).

Em estudos com animais, HURLEY et al. (1972) observaram que a deficiência severa de Zn está associada à má formação do cérebro, tais como anencefalia, microcefalia e hidrocefalia.

Deste modo, fica evidente que a deficiência de Zn facilita a manifestação de algumas doenças em humanos, principalmente em crianças. Em estudo feito em crianças com altos índices de diarreia na Índia, ficou evidente que a suplementação alimentar com Zn reduziu os índices de diarreia e desintéria (SASAWAL et al., 1996).

Em análise de vários estudos realizados com crianças de países em desenvolvimento recebendo dietas suplementadas com Zn, BHUTTA et al. (1999) concluíram que a suplementação da alimentação foi eficaz em reduzir a prevalência de pneumonia e a duração e persistência da diarreia, tornando clara a função imunológica do mineral.

ZEMEL et al. (2002) verificaram que a suplementação da dieta com Zn melhorou o ganho de peso e crescimento corporal de crianças portadoras de anemia falciforme.

Crianças entre 10 meses a 10 anos de idade foram estudadas por BONDESTAM et al. (1985), que verificaram que as mais susceptíveis a doenças infecciosas possuíam níveis de Zn no sangue menor do que as sadias.

Em pesquisa feita com mulheres grávidas na Malásia, constatou-se a associação entre baixos níveis de Zn no cabelo e a doença da Malária (GIBSON & HUDDLE, 1998).

Segundo LEVIN et al. (1993), no mundo aproximadamente dois bilhões de pessoas têm deficiência de Zn. Aproximadamente 82 % das mulheres grávidas do mundo todo não consomem a quantidade ideal de Zn durante a gestação. Como consequência, a deficiência de Zn durante este período pode acarretar em diversos problemas com a formação do feto, além de poder causar aborto espontâneo, rompimento da bolsa uterina, baixo peso do recém-nascido, entre outros (CAULFIELD et al., 1998).

MOCHEGANI & MUZZIOLI (2000) afirmaram que infecções oportunistas em pacientes HIV positivos foram reduzidas quando estes receberam suplementação de 45mg de Zn/dia associada a administração do medicamento AZT (Zidovudina).

Na avicultura de postura, o Zn é muito importante por ser constituinte da metaloenzima anidrase carbônica, enzima que atua no equilíbrio ácido-base, no organismo, na calcificação óssea e da casca dos ovos (LEESON & SUMMERS, 2001).

Na literatura são encontrados diversos estudos sobre a suplementação da dieta de poedeiras com Zn, apresentando aumento na espessura da casca e peso dos ovos (YILDIZ et al., 2006; ZAMANI et al., 2005), melhor índice gema (YILDIZ et al., 2006), melhor conversão alimentar e redução no consumo diário de ração das aves (TABATABAIE et al., 2007).

MABE et al. (2003) comprovaram ser possível elevar os níveis de Zn na gema dos ovos com o fornecimento de dietas suplementadas com o mineral para galinhas poedeiras, tanto na forma orgânica como inorgânica do mineral.

Manganês

O manganês (Mn) é um mineral essencial para a manutenção da saúde no organismo animal e desempenha várias funções. Uma de suas principais funções é a ativação de diversas enzimas no organismo animal, como a fosfatase óssea, fosfatase alcalina e arginase. Uma função bastante estudada é a participação na síntese de proteínas que estimulam a ativação das DNA e RNA polimerases em mamíferos (WIBERG & NEWMAN, 1957).

Este mineral está diretamente envolvido com várias enzimas, sendo estas associadas ao metabolismo protéico, energético, na síntese de colesterol e mucopolissacarídeos (FRIEDMAN et al., 1987).

Além disto, o Mn tem importante relação com duas enzimas com a síntese de sulfato de condroitina (LEACH et al., 1969). A deficiência deste mineral pode provocar a diminuição na síntese de mucopolissacarídeos, sendo este ativador da síntese de sulfato de condroitina. O sulfato de condroitina é necessário ao organismo para manter a rigidez na conectividade dos tecidos, sendo importante na prevenção de anormalidades no esqueleto. Assim, a deficiência de Mn pode causar acúmulo de

mucopolissacarídeos nos tecidos, retardo mental, anormalidades nos ossos e tecidos (BURCH et al., 1975).

A deficiência de Mn na dieta pode causar retardamento no crescimento corporal, má formação das cartilagens, e prejuízo nas funções reprodutivas (UNDERWOOD, 1977).

Estudos feitos com animais comprovaram que o Mn também é extremamente importante na reprodução, podendo afetar a espermatogênese, causando consequentemente, esterilidade em machos, por atrofia e degeneração de células do epidídimo (BURCH et al, 1975).

O Mn é ativador metálico das enzimas envolvidas na síntese de mucopolissacarídeos e glicoproteínas que contribuem na formação da matriz orgânica dos ossos e da casca dos ovos (GEORGIEVSKI, 1982).

LEACH & GROSS (1983) observaram alterações ultra estruturais na camada mamilária da casca e redução no teor de hexozamina e ácido hexurônico na matriz orgânica da casca dos ovos de aves com deficiência de Mn na dieta, que resultou em ovos com cascas mais finas.

A suplementação da dieta de poedeiras com Mn pode aumentar a espessura da casca (FASSANI et al., 2000; SAZZAD et al., 1994; SCATOLINI, 2007), a porcentagem de casca (ZAMANI et al., 2005) e a gravidade específica dos ovos (FASSANI et al., 2000).

Além de melhorar a qualidade da casca, de acordo com MABE et al. (2003), é possível elevar os níveis de Mn na gema dos ovos com o fornecimento de dietas suplementadas com Mn para galinhas poedeiras, tanto na forma orgânica como inorgânica do mineral.

Minerais orgânicos

Minerais na forma orgânica são minerais associados a moléculas orgânicas, tais como, aminoácidos, peptídeos, proteínas ou polissacarídeos, formados a partir de uma complexação entre as moléculas orgânicas e íons metálicos.

Algumas definições para minerais orgânicos estão apresentadas a seguir (AAFCO, 1997):

Complexo entre aminoácido e metal - produto resultante da complexação entre um sal metálico solúvel com aminoácido(s)

Quelato entre aminoácido e metal - produto resultante da reação entre um íon metálico oriundo de um sal metálico solúvel com aminoácidos dentro de uma relação molar de um mole de metal para um a três moles de aminoácidos (preferencialmente dois) para formar ligações covalentes coordenadas. O peso médio de um hidrolisado de aminoácidos deve ser de aproximadamente 150 e o peso molecular de um quelato não deve exceder a 800.

Complexo entre polissacarídeos e metal - produto resultante de um complexo entre um sal solúvel com uma solução de polissacarídeos

Proteinatos - produto resultante da quelatação entre um sal solúvel com aminoácidos e/ou hidrolisado parcial de proteínas

O termo complexo pode ser usado para descrever produtos formados pela reação de um íon metálico com uma molécula ou íon que contenha um átomo que possua um único par de elétrons. Tais íons metálicos em um complexo estão ligados através de átomos tais como oxigênio, nitrogênio ou enxofre. Quando tais ligantes se unem os íons metálicos através de dois ou mais átomos doadores, o complexo formado contém um ou mais anéis heterocíclicos contendo um átomo metálico sendo tal complexo chamado de quelato. Desta forma deve-se ressaltar que todos os quelatos são complexos, mas nem todos os complexos são quelatos (RUTZ & MURPHY, 2009).

O Se orgânico pode ser sintetizado através da biossíntese, como ocorre na formação da selenometionina e selenocisteína, neste caso, utilizando-se um meio contendo selênio inorgânico e leveduras. A levedura incorpora o selênio ao invés do enxofre na metionina ou cisteína (HYNES & KELLY, 1995).

Os minerais orgânicos ao invés de utilizar as vias normais de captação de íons no intestino delgado, utilizadas pelos minerais inorgânicos, são capazes de utilizar vias de captação de peptídeos ou aminoácidos. Deste modo, a competição entre minerais pelo mesmo transportador é evitada. Além disso, os minerais orgânicos são mais

estáveis e protegidos bioquimicamente das reações adversas com outros nutrientes presentes na dieta, por isso apresentam maior biodisponibilidade (CLOSE, 1998).

REDDY et al. (1992) afirmaram que formas orgânicas de minerais aumentam a biodisponibilidade destes nutrientes em relação às formas inorgânicas, desta forma, trazendo benefícios as aves como: maior taxa de crescimento, maior ganho de peso, maior produção de ovos, melhora na qualidade de carne e ovos e redução da mortalidade.

Alguns trabalhos encontrados na literatura apresentam resultados contraditórios sobre a biodisponibilidade de fontes orgânicas e inorgânicas de Se, Zn e Mn. JI et al. (2006) observaram que a absorção intestinal de Mn foi maior em frangos de corte suplementados com Mn nas formas orgânicas na dieta em comparação com a fonte inorgânica.

Segundo WEDEKIND et al. (1992), a biodisponibilidade do Zn é maior quando fornecido na forma orgânica que nas formas inorgânicas, devido à melhora na deposição óssea desse mineral nas aves. Contrariando estes resultados, PIMENTEL et al. (1991) não observaram aumento na biodisponibilidade de Zn na forma orgânica em relação a forma inorgânica.

ALJAMAL et al. (2008), em experimento feito com poedeiras suplementadas com 0; 0,25 e 0,50 ppm de Se na dieta sendo de fontes orgânicas e inorgânicas, perceberam que a suplementação proporcionou aumento do consumo de ração, enquanto a suplementação com 0,5 ppm de Se melhorou a produção de ovos, independente da fonte utilizada. No entanto, LANGE et al. (2005) observaram melhora na conversão alimentar de poedeiras suplementadas com Se orgânico na dieta em relação a aves que receberam suplementação de Se inorgânico.

Enriquecimento dos ovos

É comprovado que os minerais Se, Zn e Mn apresentam diversas funções no organismo animal e podem contribuir para melhorar a saúde das pessoas, e visto que o

ovo apresenta propriedades nutricionais excelentes e baixo custo, idealizou-se este estudo com o principal intuito de elevar os níveis destes minerais em ovos de codorna.

O ovo pode ser enriquecido com alguns nutrientes por meio da suplementação da dieta das aves, sendo o Se um destes nutrientes (DAVIS & FEAR, 1996).

Em estudo com galinhas poedeiras recebendo dietas suplementadas com 0,3 ppm de Se na forma de selenito de sódio e 0,3 ppm de Se orgânico proveniente de levedura, foi verificado que as aves que receberam a suplementação com o Se orgânico tiveram maior concentração de Se nos ovos (UTTERBACK et al., 2005).

PAYNE et al. (2005) estudaram a deposição de Se em ovos de galinha, comparando aves alimentadas com dietas suplementadas com 0,15; 0,30; 0,60; e 3,00 ppm de Se orgânico ou inorgânico, e observaram que os níveis de Se transferidos aos ovos aumentaram linearmente com o aumento da suplementação do mineral na dieta, independentemente da fonte de Se. Porém, na suplementação com o mineral orgânico, ocorreu deposição de maior quantidade de Se nos ovos.

Segundo MABE et al. (2003), é possível elevar os níveis de Mn e Zn na gema dos ovos com o fornecimento de dietas suplementadas com estes minerais para galinhas poedeiras, tanto na forma orgânica como inorgânica do mineral.

Analisando-se o excelente valor nutricional e baixo custo dos ovos, os elevados índices de desnutrição, doenças no Brasil e no mundo, a crescente demanda por ovos de codorna e a possibilidade de modificação da composição dos ovos por meio do enriquecimento com nutrientes essenciais à saúde humana, idealizou-se este estudo. Esta pesquisa não teve a intenção de provocar o interesse de produtores em aumentar o preço dos ovos, mas sim despertar o interesse de entidades, prefeituras, e outras organizações, no que diz respeito ao enriquecimento de ovos, na tentativa de se melhorar a qualidade de vida da população carente e subnutrida.

Objetivos do estudo

Este estudo tem o objetivo de avaliar o efeito enriquecedor dos ovos quando da suplementação da ração de codornas com Se, Zn e Mn orgânicos, na tentativa de

melhorar o nível nutricional dos ovos, assim como avaliar o efeito destes minerais no desempenho das aves e na qualidade dos ovos armazenados em diferentes temperaturas e períodos.

Referências bibliográficas

AAFCO, 1997. Official Publication. Association of American Feed Control Officials. Atlanta, GA.

ABDULAH, R.; KOYAMA, H.; MIYAZAKI, K.; NARA, M.; MURAKAMI, M. Selenium supplementation and blood rheological improvement in japanese adults. **Biological Trace Element Research**, v. 112, p. 87-96, 2006.

ALJAMAL, A. A.; MASA'DEH, M. K.; SCHEIDELER, S. E. Vitamin E and selenium supplementation in laying hens. Disponível em: <<http://www.poultryscience.org/psa08/abstracts/050.pdf>> acesso em 18 de Maio de 2009.

BETTO, F. *Cartilha da Mobilização Social do Fome Zero*. 2004

BHUTTA Z. A.; BLACK, R. E.; BROWN K. H.; GARDENER, J. M.; GORE, S.; HIDAYAT, A.; KHATUN, F.; MARTORELL, R.; NINH, N. X.; PENNY, M. E.; COUSINS, R. J.; LEE-AMBROSE, L. M. Nuclear zinc uptake and interactions and metallothionein gene expression are influenced by dietary zinc in rats. **Journal Nutrition**, v. 122, p. 56–64, 1992.

BLOT, W .J.; LI, J. Y.; TAYLOR, P. R.; GUO, W.; DAWSEY, S.; WANG, G. Q.; YANG, C. S.; ZHENG, S. F.; GAIL, M.; LI, G. Y. Nutrition intervention trials in Linxian, China: Supplementation with specific vitamin/mineral combinations, cancer incidence, and

disease-specific mortality in the general population. **Journal of the National Cancer Institute**, v. 85, p. 1483-1492, 1993.

BONDESTAM, M.; FOUCARD, T.; GEBRE-MEDHIM, M. Subclinical trace element deficiency in children with undue susceptibility to infections. **Acta Paediatrica Scandinavica**, v. 74, p. 515-520, 1985.

BRIGELIUS-FLOKE, R. Tissue-specific functions of individual Glutathione peroxidases. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 27, p. 951-965, 1999.

BURCH, R. E.; HAHN, H. K. J.; SULLIVAN, J. F. Newer aspects of the roles of zinc, manganese and copper in human nutrition. **Clinical Chemistry**, v. 21, n. 4, p. 501– 520, 1975.

CAULFIELD L.; ZAVALITA N.; SHANKUR A. H.; MERIALDI M. Potential contribution of maternal zinc supplementation during pregnancy to maternal and child survival. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 65, p. 499-508, 1998.

CHEN, X.; YANG, G.; CHEN, J.; CHEN, X.; WEN, Z.; GE, K. Studies on the relations of selenium and Keshan disease. **Biological Trace Element Research**, v. 2, p. 91-107, 1980.

CHRISTIAN P, WEST K. P. Interactions between zinc and vitamin A: an update. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 68, p. 435-441, 1998.

CIRELLI, A.; CIARDI, M.; DE SIMONE, C.; SORICE, F.; GIORDANO, R.; CIARALLI, L.; CONSTANTINI, S. Serum selenium concentration and disease progress in patients with HIV infection. **Clinical Biochemistry**, v. 24, p. 211-214, 1991.

CLOSE, W. H. The role of trace mineral proteinates in pig nutrition. In: Biotechnology in the food industry. In: ALLTECH'S 14TH ANNUAL SYMPOSIUM, 469-376., 1998, Nottingham. Proceedings... Nottingham: Alltech's 14th Annual Symposium. 1998.

COUSINS, R. J.; LEE-AMBROSE, L. M. Nuclear zinc uptake and interactions and metallothionein gene expression are influenced by dietary zinc in rats. **Journal Nutrition**, v. 122, p. 56-64, 1992.

DAVIS, R. H.; FEAR, F. Incorporation of selenium into egg proteins from dietary selenite. **British Poultry Science**, v. 37, p. 197-211, 1996.

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

FERREIRA, K. S.; GOMES, J. C.; BELLATO, C. R.; JORDÃO, C. P. Concentrações de selênio em alimentos consumidos no Brasil. **Pan American Journal of Public Health**, v. 11, n. 3, p. 172-177, 2002.

FRIEDMAN, B. J.; FREELAND-GRAVES, J. H.; BALES, C. W.; BEHMARDI, F.; SHOREY-KUTSCHKE, R. L.; WILLIS, R. A.; CROSBY, J. B.; TRICKETTAND, P. C.; HOUSTON, S. D. Manganese balance and clinical observations in young men fed a manganese-deficient diet. **Journal Nutrition**, v. 117, p. 133-143, 1987.

GEORGIEVSKII, V. I. **Mineral nutrition of animals**. London: Butterworths, 1982. 475p.

GIBSON, R.S.; HUDDLE, J.M. Suboptimal zinc status in pregnant Malawian women: its association with low intakes of poorly available zinc, frequent reproductive cycling, and malaria. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 67, p. 702-709, 1998.

GUTTERIDGE, J. M. C.; HALLIWELL, B. The measurement and metabolism of lipid peroxidation in biological systems. **Trends Biochemical Science**, v. 15, p. 129-135, 1990.

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J. M. C. **Free radicals in biology and medicine**. Third Edition. Oxford: Oxford University Press, 1999.

HAMBIGDE, M. Human zinc deficiency. **Journal of Nutrition**, v. 130, p. 1344-1349, 2000.

HYNES, M. J., KELLY, P. Metal ions, chelates and proteinates. In: ANNUAL SYMPOSIUM OF BIOTECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY, 11. Nottingham University Press, 233-248., 1995, Nottingham. Proceedings... Nottingham: Alltech's Annual Symposium. 1995.

HURLEY, L. S.; SHRADER, R. E. Congenital malformations of the nervous system in Zinc-deficient rats. In: PFEIFFER C. C. **Neurobiology of the trace metals Zinc and Copper**. New York: Academic Press, 1972. p. 51-60.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER – INCA. Disponível em: http://www.inca.gov.br/regpop/2003/index.asp?link=conteudo_view.asp&ID=11 Acesso em 20 de fevereiro de 2008.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2009). Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1499 Acesso em 20 de Janeiro de 2010.

JI, F.; LUO, X. G.; LU, L.; LIU, B.; YU, S. X. Effect of Manganese Source on Manganese Absorption by the Intestine of Broilers. **Poultry Science**, v. 85, p. 1947-1952, 2006.

JONES, P. J. Clinical nutrition: 7. Functional foods — more than just nutrition. **Canadian Medical Association Journal**, v. 166, n. 12, p. 1555-1563, 2002.

JORHEM, L.; SUNDSTROM, B. Levels of lead, cadmium, zinc, copper, nickel, chromium, manganese, and cobalt in foods on the Swedish market, 1983-1990. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 6, p. 223-241, 1993.

LANGE, L. L. M.; ELFERINK, G. O.; NOLLET, L. Producing selenium enriched eggs by different Se-sources in the feed. In: WORLD'S POULTRY SCIENCE ASSOCIATION (WPSA), 15., 2005, Beekbergen, Netherlands. **Proceedings...** Beekbergen: European Symposium on poultry nutrition, 2005. p. 525-528.

LEACH JR., R. M.; GROSS, J. R. The effect of manganese deficiency upon the ultrastructure of the eggshell. **Poultry Science**, v. 62, n. 3, p. 499-504, 1983.

LEACH JR, R. M.; MUENSTER, A.; WIEN, E. M. Studies on the role of manganese in bone formation: II. Effect upon chondroitin sulfate synthesis in chick epiphyseal cartilage. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v. 133, p. 22, 1969.

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

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. *Princípios de bioquímica*. São Paulo: Savier; 1998. p. 41-60

MABE, I.; RAPP, C.; BRAIN, M. M.; NYS, Y. Supplementation of a corn-soybean diet of manganese, copper, and zinc from organic and inorganic sources improves eggshell quality in aged laying hens. **Poultry Science**, v. 82, p. 1903-1913, 2003.

MACDONALD R. S. The role of zinc in growth and cell proliferation. **Journal of Nutrition**, v. 130, p.1500-1508, 2000.

MAFRA, D.; COZZOLINO, S. M. F. Importância do zinco na nutrição humana. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 17, n. 1, p. 79-87, 2004.

MILES, R.D. Designer eggs: Altering mother nature's most perfect food. Nutritional Biotechnology in the feed and food industries. In: ALLTECH'S 14th ANNUAL SYMPOSIUM (T.P. LYONS AND K.A. JACQUES, EDS), 1998, Nottingham. **Anais...** Nottingham: University Press, UK, 1998. p. 423-435.

MOCHEGANI E, MUZZIOLI M. Therapeutic application of zinc in human immunodeficiency virus against opportunistic infections. **Journal Nutrition**, v. 130, p. 1424-1431, 2000.

MÜLLER, O.; KRAWINKEL, M. Malnutrition and health in developing countries. **Canadian Medical Association Journal**, v. 173, n. 3, p. 279-286, 2005.

MURAKAMI, A. E.; GARCIA, E. R. M. Pontos críticos na criação de codornas. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM AVICULTURA PARA POSTURA, 4., 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FCAV, 2007. p. 41-53.

NATELA, F.; FIDALE, M.; TUBARO, F.; URSINI, F.; SCACCINI, C. Selenium supplementation prevents the increase in atherogenicity of electronegative LDL (LDL minus) in the postprandial phase. **Nutrition, Metabolism, and Cardiovascular Disease**, v. 17, p. 649-656, 2007.

OLMSTED, L.; SCHRAUZER, G. N.; FLORES-ARCE, M.; DOWD, J. Selenium supplementation of symptomatic human immunodeficiency virus infected patients. **Biological Trace Element Research**, v. 20, p. 59-65, 1989.

ONUSIDA, 2006. Disponível em http://data.unaids.org/pub/EpiReport/2006/2006_EpiUpdate_es.pdf Acesso em 22 de Maio de 2009.

OTEIZA, P. L.; OLIN, K. L.; FRAGA, C. G.; KEEN, C. L. Oxidant defense systems in testes from Zn deficient rats. **Experimental Biology and Medicine**, v. 213, p. 85–91, 1996.

PAYNE, R. L.; LAVERGNE, T. K.; SOUTHERN, L. L. Effect of inorganic versus organic selenium on hen production and egg selenium concentration. **Poultry Science**, v. 84, p. 232–237, 2005.

PFEIFFER, C. C.; BRAVERMAN, E. R. Zinc, the brain, and behavior. **Biological Psychology**, v. 17, p. 513-530, 1997.

PIMENTEL, J. L.; COOK, M. E.; GREGER, J. L. Bioavailability of Zinc-Methionine for chicks. **Poultry Science**, v. 70, p. 1637-1639, 1991.

PRASAD, A. S.; KUCUK, O. Zinc in cancer prevention. **Cancer Metastasis Reviews**, v. 21, p. 291-295, 2002.

REDDY, A. B.; DWIVED J. N.; ASHMEAD, A. D. Mineral chelation generates profit. **Misset-World Poultry**, v. 8, p. 13-15, 1992.

ROSADO, J. L.; ROY, S. K.; RUEL, M.; SAZAWAL, S.; SHANKAR, A. Prevention of diarrhea and pneumonia by zinc supplementation in children in developing countries: pooled analysis of randomized controlled trials. **Journal Pediatrics**, v. 135, n. 6, p.689-697, 1999.

RUTZ, F.; MURPHY, R. Minerais orgânicos para aves e suínos. In I Congresso Internacional sobre Uso da Levedura na Alimentação Animal (CBNA), 2009, Campinas. Anais... Campinas, SP, 2009. p.21-36.

SASAWAL, S.; BLACK, R. E.; BHAN, M. K.; JALLA, S.; BHANDARI, N.; SINHA, A.; MAJUMDAR, S. Zinc supplementation reduces the incidence of persistent diarrhea and dysentery among low socio-economic children in India. **Journal of Nutrition**, v. 126, p. 443-450, 1996.

SAZZAD, H. M., BERTECHINI, A. G.; NOBRE, P. T. C. Egg production, tissue deposition and mineral metabolism in two strains of commercial layers with various level of manganese in diet. **Animal Feed Science and Technology**, v. 46, n. 3– 4, p. 271– 275, 1994.

SCATOLINI, A. M. **Mn, Zn e Se associados a moléculas orgânicas na alimentação de galinhas poedeiras em segundo ciclo de produção**. 2007. 51 f, Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

SHANKAR, A. H.; PRASAD, A. S. Zinc and immune function: the biological basis of altered resistance to infection. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 68, p. 447:463, 1998.

SCHRAUZER, G. N.; MCGUINNESS, J. E.; KUEHN, K. Effects of temporary selenium supplementation on the genesis of mammary tumors in female inbred C3H/St mice. **Carcinogenesis**, v. 1, p. 199, 1980.

SCHRAUZER, G. N.; SACHER, J. Selenium in the maintenance and therapy of HIV-infected patients. **Chemico-biological Interactions**, v. 91, p. 199-205, 1994.

SCHRAUZER, G. N. Selenium in human health: relationship between selenium intake, cancer and viral diseases. In: ALLTECH'S 18th ANNUAL SYMPOSIUM (T.P. LYONS AND K. A. JACQUES, EDS), 2002, Nottingham. **Anais...** Nottingham: University Press, UK, 2002. p. 263-272.

STANLEY, V. G.; KRUEGER, W. F.; SEFTON, A. E. Single and combined effects of yeast cell wall residue and Sel-Plex on production and egg quality of laying hens. **Poultry Science**, v. 83, Suppl. 1, p. 260, 2004.

STRATTON, M. S.; DILLEY, T.; AHMANN, F. Molecular mechanism of selenium in chemoprevention of prostate cancer. In: ALLTECH'S 19th ANNUAL SYMPOSIUM (T.P. LYONS AND K. A. JACQUES, EDS), 2003, Nottingham. **Anais...** Nottingham: University Press, UK, 2003. p. 31-50.

SURAI, P. F.; KARADAS, F.; PAPPAS, A. C.; SPARKS, N. H. C. Effect of organic selenium in quail diet on its accumulation in tissues and transfer to the progeny. **British Poultry Science**, v. 47, p. 65-72, 2006a.

SURAI, P. F. Organic Selenium: benefits to animals and humans, a biochemist's view. In: ALLTECH'S 16th ANNUAL SYMPOSIUM (T.P. LYONS AND K.A. JACQUES, EDS), 2000, Nottingham. **Anais...** Nottingham: University Press, UK, 2000. p. 205-260.

SURAI, P. F. **Selenium in nutrition and health**. Nottingham University Press, Nottingham, UK, 2006b.

.

UNDERWOOD, E. I. **Trace Elements in Human and Animal Nutrition**. 4th ed. New York : Academic Press, 1977. 170-195p.

UTTERBACK, P. L.; PARSONS, C. M.; YOON, I.; BUTLER, J. Effect of supplementing selenium yeast in diets of laying hens on egg selenium content. **Poultry Science**, v. 84, p. 1900–1901, 2005.

ZAMANI, A.; RAMAHNI, H. R.; POURREZA, J. Supplementation of a corn-soybean meal diet with manganese and zinc improve eggshell quality in laying hens. **Pakistan Journal of Biological Science**, v. 8, n. 9, p. 1311-1317, 2005.

ZEMEL, B. S.; KAUCHAK, D. A.; FUNG, E. B.; OHENE-FREMPONG K.; STALLINGS V. A. Effect of Zinc supplementation on growth and body composition in children with sickle cell disease. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 75, p. 300-307, 2002.

WAKEBE, M. Feed for meat chichens and feed for laying hens. **Japanese Patent Office**, Application Heisei 8-179629. Jan 27, 1998.

WEDEKIND, K. J.; HORTIN, A. E.; BAKER, D. H. Methodology for assessing zinc bioavailability: efficacy estimative for zinc-methionine, zinc sulfate and zinc oxidase. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 178-187, 1992.

WIBERG, J. S.; NEUMAN, W. F. The binding of bivalent metals by deoxyribonucleic and ribonucleic acids. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v. 72, p. 66, 1957.

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, n. 12, p. 1181-1184, 2006.

YU, S. Y.; ZHU, Y. J.; LI, W. G.; HUANG, C.; ZHI-HUANG, C.; ZHANG, Q. N.; HOU, C. A preliminary report on the intervention trials of primary liver cancer in high-risk populations with nutritrional supplementation of selenium in China. **Biologycal Trace Element Research**, v. 29, p. 289-294, 1991.

YU, S. Y.; LI, W. G.; ZHU, Y. J.; YU, W. P.; HOU, C. Chemoprevention trial of human hepatitis with selenium supplementation in China. **Biologycal Trace Element Research**, v. 20, n. 1-2, p.15-22, 1989.

CAPITULO 2 - SUPLEMENTAÇÃO DA DIETA DE CODORNAS JAPONESAS COM SELÊNIO DE FONTE ORGÂNICA

RESUMO: Objetivou-se neste estudo avaliar o efeito da suplementação da dieta de codornas japonesas na fase de postura recebendo os tratamentos controle, 0,35; 0,70 e 1,05 mg de Se orgânico/kg de ração sobre o desempenho das aves, qualidade dos ovos e o efeito do mineral sobre os ovos armazenados em diferentes temperaturas e períodos. Aves com 70 dias de idade foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, sendo 8 aves por parcela e 6 repetições para cada tratamento, totalizando 24 parcelas. Foram realizados 4 ciclos de postura com 14 dias cada, e ao final de cada ciclo foram avaliadas as características de desempenho (consumo diário de ração, peso dos ovos, porcentagem de postura, conversão alimentar por massa de ovos e por dúzia de ovos e viabilidade) e qualidade dos ovos (porcentagens de albúmen, gema e casca, unidade Haugh, índice gema, espessura de casca e gravidade específica). No último ciclo de postura foram coletadas as gemas e os albúmens de três ovos de cada parcela para posterior quantificação de Se nos ovos. Nos quatro últimos dias do ciclo final de postura foram coletados ovos para armazenamento em temperatura ambiente ($28\pm 2^{\circ}\text{C}$) e refrigerado (4°C) em diferentes períodos (0, 10, 20 e 30 dias), constituindo um delineamento fatorial $4\times 4\times 2$. Não houve efeito da suplementação com Se orgânico sobre as características de desempenho e qualidade dos ovos. Durante o período de armazenamento, a suplementação com Se orgânico foi capaz de melhorar o índice gema quando as aves receberam 0,35 mg de Se orgânico/kg de ração.

Palavras – chave: antioxidante, armazenamento, *Coturnix coturnix japonica*, qualidade dos ovos.

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the effect of dietary supplementation of Japanese quails receiving the following treatments: control, 0.35; 0.70 and 1.05 mg organic Se/kg diet on bird performance and egg quality and the effect of mineral on eggs stored at different temperatures and periods. Seventy-day birds were distributed in a completely randomized design with 8 birds per pen and 6 replicates for each treatment, totaling 24 plots. Four cycles of laying every 14 days were performed, and at the end of each cycle the performance characteristics (feed intake, egg weight, egg production, feed conversion (per mass and dozen), and viability) and egg quality (percentage of albumen, yolk and shell, Haugh unit, yolk index, shell thickness and specific gravity) were determined. In the last cycle, 3 eggs per replicate were collected for egg yolk and albumen analysis for and quantification of Se in eggs. In the last four days of the end of laying, eggs were collected for storage at room temperature (28 ± 2 °C) and refrigerated (4 °C) at different periods (0, 10, 20 and 30 days), in a 4x4x2 factorial design. No effect of supplementation with organic Se on performance traits and egg quality was observed. During the storage period, supplementation with organic Se was able to improve the yolk index values when the birds received 0.35 mg of organic Se/kg diet.

Keywords: antioxidant, *Coturnix coturnix japonica*, egg quality, storage

Introdução

O Se é um mineral antioxidante, que desempenha importante papel no organismo, sendo elemento essencial na nutrição animal. É encontrado em diferentes concentrações nos tecidos e faz parte de 25 selenoproteínas (SURAI, 2006b).

Células adequadamente supridas com Se são menos susceptíveis aos danos endógenos e exógenos causados pelos radicais livres que podem atacar o DNA, causando mutações e ativação química ou viral de agentes carcinogênicos. A proteção contra danos de radicais livres no organismo é dependente do Se presente na Glutathione Peroxidase (GSH-Px) e outras selenoproteínas na forma de selenocisteína (SCHAUZER et al., 1980).

Em países onde a ingestão de Se é baixa, a incidência e mortalidade causada por cânceres de próstata, mama, pulmão, ovário, intestino, pâncreas, pele e a leucemia é maior do que em localidades onde as pessoas ingerem maior quantidade de do mineral (SCHRAUZER, 2002).

Minerais na forma orgânica adicionados na dieta animal apresentam maior biodisponibilidade em relação a minerais na forma inorgânica, devido à capacidade de utilizar vias de captação de peptídeos ou aminoácidos no intestino, além de não competir pelo mesmo transportador com outros nutrientes (CLOSE, 1998).

A maior biodisponibilidade do Se na forma orgânica foi comprovada por diversos estudos que comparam a deposição do mineral nos ovos de aves suplementadas com fontes orgânicas e inorgânicas de Se. PAYNE et al. (2005) e UTTERBACK et al. (2005) suplementaram a dieta de poedeiras com Se orgânico e inorgânico, nos níveis 0,15; 0,30; 0,60; e 3,00 ppm de Se e 0,3 ppm de Se, respectivamente, e comprovaram que as aves alimentadas com Se de fonte orgânica depositaram maior quantidade de Se nos ovos.

Os dados divulgados recentemente pelo IBGE (2009) mostram que o efetivo de codornas em 2008 teve aumento de 18,3% quando comparado a 2007, apresentando-se como aquele de maior variação. A produção de ovos de codorna teve aumento de 20,4%, relativamente ao ano de 2007.

Sabendo-se que a ingestão de Se pode melhorar a saúde humana, que os ovos podem ser enriquecidos com Se e que o interesse no consumo de ovos de codorna vem aumentando ano após ano, idealizou-se este estudo com objetivo de avaliar os efeitos da suplementação da dieta de codornas japonesas com Se na forma orgânica sobre o desempenho das aves, qualidade dos ovos durante o armazenamento e deposição de Se nos ovos.

Material e métodos

Os experimentos foram realizados no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Jaboticabal, SP. As aves foram alojadas em galpão convencional para codornas onde as gaiolas de postura foram dispostas em degraus, com bebedouros do tipo nipple e comedouro contínuo de chapa galvanizada. Na fase de postura, as aves receberam 17 horas de luz diárias, assim como o manejo normal de criação.

Experimento 1 – Desempenho das aves e qualidade dos ovos.

Foram utilizadas 192 codornas na fase de postura, com 70 dias de idade, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (controle; 0,35; 0,7; 1,05 mg/kg de ração), com 6 repetições e 8 aves por parcela. As aves do grupo controle receberam dieta basal com os níveis normais de Se recomendado para atender às necessidades das aves (Tabela 1), seguindo as tabelas de composição de ingredientes de ROSTAGNO et al. (2005) e as exigências nutricionais, de acordo com o proposto por MURAKAMI (1993) e o NRC (1994). Esta dieta basal foi suplementada com níveis crescentes de Se, de acordo com os tratamentos.

- **Características estudadas**

Tabela 1. Composição percentual e calculada das rações fornecidas às aves.

Ingredientes	%
Milho	63,507
Farelo de soja	27,622
Fosfato bicálcico	2,602
Calcário calcítico	4,864
Sal/ NaCl	0,400
Suplemento vitamínico e mineral¹	0,500
L-Lisina (78%)	0,336
DL.Metionina (98%)	0,169
Total	100
Composição calculada	
Proteína bruta (%)	18
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2800
Cálcio (%)	2,50
Fósforo disponível (%)	0,55
Lisina total(%)	1,30
Metionina+Cistina total (%)	0,76

¹Suplemento Mineral e Vitamínico – Composição/kg de ração: Ácido fólico, 0,31mg; Biotina, 0,12mg; Colina, 300mg; Niacina, 12,37mg; Pantotenato de cálcio, 3,56mg; Vit. A, 7812,5 UI; Vit. B₁, 1,85mg; Vit. B₁₂, 25mcg; Vit. B₂, 4,25mg; Vit. B₆, 1,23mg; Vit. D₃, 3125 UI; Vit. E, 15,62mg; Vit. K, 1,22mg; Cobre, 9,37mg; Iodo, 0,63mg; Manganês, 57,18mg; Selênio, 0,28mg; Zinco, 72,28mg; Antioxidante, 0,5mg;

Foram realizados quatro ciclos de 14 dias cada, onde em cada ciclo, foram avaliados o desempenho, a qualidade dos ovos e, no último ciclo, foi feita a quantificação de Se no ovo.

Desempenho: Diariamente foi feita a contagem de ovos produzidos e mortalidade das aves por parcela. No início e no final de cada ciclo de postura a ração de cada parcela foi pesada e nos três últimos dias de cada ciclo de postura foram pesados todos os ovos de cada parcela.

Foram avaliados o consumo de ração, a produção de ovos, o peso médio dos ovos, a conversão alimentar (consumo/dz e kg de ovos) e a viabilidade.

Qualidade dos ovos: No último dia de cada ciclo de postura os ovos foram coletados, pesados e, posteriormente, foram feitas as medidas de gravidade específica por imersão em solução salina (1,05; 1,055; 1,06; 1,065; 1,070; 1,075 e 1,08 g/cm³), altura da gema, altura de albúmen, diâmetro da gema e peso da gema.

Unidade Haugh: foi obtida pela relação entre o peso do ovo (g) e a altura do albúmen (mm), utilizando-se a fórmula $UH = 100 \cdot \log (H + 7,57 - 1,7W^{0,37})$, em que: H: altura do albúmen, em milímetros e W: peso do ovo, em gramas. A altura do albúmen foi tomada por micrômetro de mesa da marca AMES – S6428.

Índice gema: foi avaliado com as medidas de altura (AG) e largura da gema (LG), com auxílio de um paquímetro da marca Professional, sendo que a relação entre os dois parâmetros forneceu o índice gema, ou seja, $IG = AG/LG$.

As cascas dos ovos foram lavadas e secadas em temperatura ambiente para posterior pesagem e medição da espessura. Com a utilização de um micrometro digital foram medidas as espessuras das cascas dos ovos, sendo feitas três medidas por casca na região equatorial dos ovos.

Quantidade de Selênio nos ovos (enriquecimento dos ovos): Após o final do quarto ciclo, ou seja, após 56 dias do início do experimento, três ovos de cada repetição foram coletados aleatoriamente. Os ovos inteiros, a gema e o albúmen foram pesados separadamente. Após a pesagem, foram misturadas as três gemas e os três albumens de cada repetição, onde foi retirada uma única amostra de gema e uma de albúmen que foram congeladas a -20° C.

As análises de quantificação de Se nos ovos começou com a mineralização/digestão das amostras, empregando-se forno com radiação micro-ondas modelo Multiwave 3000 Microwave Reaction System, Anton Paar GmbH – Graz (Áustria) equipado com vasos de PTFE-TFM (politetrafluoretileno, modificado).

A uma alíquota de aproximadamente 0,5 g da amostra de ovo de codorna (gema ou albúmen), foi adicionado 3,0 mL de H₂O₂ (30%) e 6,0 mL HNO₃ (65%) concentrado suprapur (Merck) P.A. e, em seguida, submetida a digestão em aparelho de micro-ondas.

As concentrações de selênio foram determinadas pelo instrumento espectrômetro de absorção atômica equipado com módulo de forno de grafite (GF-AAS) Thermo Cientific modelo Series S Solaar, equipado com amostrador automático Thermo Electron Corporation modelo GFS 97 e corretor de fundo realizado por lâmpada de deutério.

Experimento 2: Avaliação da qualidade dos ovos durante o período de armazenamento

Dois grupos de três ovos de cada repetição foram armazenados durante 0, 10, 20 e 30 dias, sendo um grupo armazenado em refrigerador (4° C) e outro grupo em temperatura ambiente (28±2° C). A coleta dos ovos que foram armazenados foi feita nos quatro últimos dias do experimento, para reduzir alguma possível influência do enriquecimento destes ovos devido a coleta em períodos diferentes de idade das aves. Ao final do período de armazenamento foram realizadas as análises de qualidade dos ovos (unidade Haugh, índice gema, porcentagens de gema, albúmen e casca).

Para as análises estatísticas do desempenho, qualidade e enriquecimento dos ovos, foram utilizados procedimentos de análises de regressão polinomial e para a qualidade dos ovos durante o armazenamento foi utilizado um esquema fatorial 4x4x2 (4 níveis de Se X 4 períodos de armazenamento X 2 temperaturas), todas as análises foram realizadas no programa estatístico SAS® (SAS 9.1, SAS institute, Cary, North Carolina, USA).

Resultados e discussão

Os resultados de desempenho das aves estão apresentados na Tabela 2, e evidenciaram que estes níveis de suplementação de Se orgânico na dieta não alteraram o desempenho das codornas. Porém poderia haver algum efeito da suplementação se as aves tivessem sido submetidas a alguma situação de estresse, o que talvez tornasse

a suplementação com Se um mecanismo de defesa contra a ação de radicais livres no organismo, evitando prejuízos no desempenho.

Os resultados de desempenho das aves do presente estudo foram semelhantes aos obtidos por COSTA et al. (2009a) e FERNANDEZ et al. (2009) que suplementaram a dieta de codornas japonesas na fase de postura com Se orgânico e não observaram melhoras no desempenho das aves. Da mesma forma, CHANTIRATICUL et al. (2008), MOHITI-ASLI et al. (2008) e SCATOLINI (2007) não observaram efeitos significativos no desempenho de galinhas poedeiras que receberam dietas suplementadas com Se orgânico.

Tabela 2. Médias de conversão alimentar (CA) por massa de ovos e por dúzia de ovos, peso médio dos ovos (PO), consumo diário de ração (CR), porcentagem de postura (PP) e viabilidade (V) das codornas suplementadas com Selênio orgânico.

Suplementação (mg Se/kg de ração)	CR (g)	PO (g)	PP (%)	CA (kg/kg)	CA (kg/dz)	V (%)
0	26,26	11,19	88,56	2,69	0,357	98,96
0,35	26,97	10,95	91,86	2,69	0,354	97,92
0,7	26,54	11,04	89,61	2,69	0,356	98,96
1,05	26,85	11,19	87,68	2,73	0,366	98,96
CV (%)	3,98	1,99	4,42	4,56	5,19	1,63
Valor de F	0,49	0,08	0,33	0,27	0,68	0,13
Probabilidade	0,49 ^{ns}	0,78 ^{ns}	0,57 ^{ns}	0,61 ^{ns}	0,42 ^{ns}	0,73 ^{ns}

CV= Coeficiente de variação, ns = regressão não significativa ($P>0,05$).

Na literatura encontra-se resultados contraditórios sobre o desempenho de poedeiras suplementadas com Se orgânico na dieta. STANLEY et al. (2004) e ALJAMAL et al. (2008) observaram aumento na produção, SKRIVAN et al. (2006) e STANLEY et al. (2004) verificaram aumento no peso dos ovos e LANGE et al. (2005) observaram melhora na conversão alimentar das aves suplementadas com Se orgânico.

FERNANDES et al. (2008) forneceram dietas contendo 0; 250 e 500 ppm de um produto composto por Zinco, Manganês e Selênio nas formas orgânicas para poedeiras e observaram menor peso dos ovos das aves que receberam 250 ppm do produto em relação ao tratamento controle.

A suplementação da dieta das aves com níveis crescentes de Se orgânico não alterou os resultados de unidade Haugh, índice gema, porcentagens de casca, gema e albúmen, espessura da casca e gravidade específica dos ovos (Tabela 3) nestas condições experimentais.

Tabela 3. Médias de unidade Haugh (UH), índice gema (IG), porcentagens de casca (PC), albúmen (PA) e gema (PG), gravidade específica (GE), espessura de casca (EC) dos ovos de codornas suplementadas com Se orgânico.

Suplementação (mg Se/kg de ração)	UH	IG	PC (%)	PA (%)	PG (%)	GE (g/cm³)	EC (mm)
0	88,88	0,474	7,83	61,77	30,39	1,071	0,23
0,35	88,89	0,478	7,92	61,83	30,23	1,071	0,24
0,70	88,66	0,470	7,89	61,65	30,46	1,072	0,23
1,05	88,83	0,479	7,78	61,91	30,31	1,071	0,23
CV(%)	1,55	2,37	3,24	1,23	2,64	1,72	3,05
Valor de F	0,02	0,04	0,19	0,04	0,00	0,39	0,13
Probabilidade	0,88 ^{ns}	0,84 ^{ns}	0,67 ^{ns}	0,85 ^{ns}	0,99 ^{ns}	0,54 ^{ns}	0,72 ^{ns}

CV= Coeficiente de variação, ns = regressão não significativa ($P>0,05$).

COSTA et al. (2009b) e SCATOLINI (2009) observaram que as características de qualidade dos ovos de codornas e poedeiras em segundo ciclo de produção, respectivamente, suplementadas com Se orgânico na dieta, não foram alterados.

Valores de unidade Haugh e espessura da casca de ovos de galinhas poedeiras não se alteraram quando as aves receberam dietas suplementadas com Se orgânico nos níveis 0; 0,3; 1,0 e 3,0 ppm (CHANTIRATICUL et al., 2008).

Diferentes resultados de qualidade de ovos de aves suplementadas com Se orgânico foram observados na literatura. FERNANDES et al. (2008) verificaram

aumento da porcentagem de gema e redução na porcentagem de casca dos ovos e SKRIVAN et al. (2006) observaram aumento no peso de albúmen e redução no peso da gema, ALJAMAL et al. (2008) e ARPÁSOVÁ et al. (2009) mostraram que houve aumento significativo nos valores de unidade Haugh, além de aumento no peso dos ovos (ARPÁSOVÁ et al., 2009) e na gravidade específica (ALJAMAL et al., 2008) dos ovos de aves suplementadas com Se orgânico.

Os resultados apresentados na Tabela 4 mostram as médias das porcentagens de albúmen e gema, índice gema, unidade Haugh dos ovos em relação aos níveis suplementação de Se orgânico, diferentes temperaturas e períodos de armazenamento.

Tabela 4. Médias de porcentagens de albúmen (PA) e gema (PG), índice gema (IG), unidade Haugh (UH) e perda de peso (PP) dos ovos de codornas suplementadas com Selênio orgânico armazenados em diferentes temperaturas e períodos.

Fatores	PA (%)	PG (%)	IG	UH	PP(%)
Níveis de Se (mg/kg de ração)					
0	59,27	32,72	0,377B	84,13	1,13
0,35	59,58	32,41	0,388A	84,22	1,18
0,70	59,31	32,82	0,380AB	83,74	1,15
1,05	59,74	32,35	0,382AB	84,16	1,32
Temperatura (° C)					
Ambiente (± 28° C)	57,79	34,18	0,28	78,99	1,60
Refrigerado (4° C)	61,17	30,97	0,49	89,21	0,78
Período (dias)					
0	61,68	30,65	0,48	89,67	0,00
10	59,92	32,09	0,38	85,68	0,98
20	58,36	33,58	0,34	81,80	1,18
30	57,94	33,99	0,33	79,24	1,38
Probabilidade					
Níveis (N)	NS	NS	*	NS	NS
Período (P)	**	**	**	**	**
Temperatura (T)	**	**	**	**	**
N X P	NS	NS	NS	NS	NS
N X T	NS	NS	NS	NS	NS
P X T	**	**	**	**	NS
CV (%)	2,53	4,49	4,48	2,52	9,06

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey (5%), **<0,0001; *<0,05, NS = não significativo.

A suplementação da dieta das aves com Se orgânico foi eficiente em manter a qualidade dos ovos durante os períodos e condições de armazenamento, pois os valores de índice gema foram melhores com tratamento em que as aves receberam 0,35 mg de Se/kg de ração, que não diferiu estatisticamente dos outros níveis de suplementação, mas foi melhor em relação ao controle. Esta capacidade do Se em manter a qualidade dos ovos durante o armazenamento pode estar relacionada com o aumento da atividade de enzimas antioxidantes presentes no ovo. As outras características avaliadas não foram afetadas pela suplementação com Se orgânico.

Em todas as características de qualidade dos ovos avaliadas durante o armazenamento, com exceção da perda de peso, houve interações significativas entre período e temperatura. No desdobramento destas interações não apresentados em tabela, constatou-se que em ambos ambientes estudados, a qualidade dos ovos piorou significativamente com o aumento do período de armazenamento destes ovos, porém no ambiente refrigerado a qualidade dos ovos foi mantida apropriada para consumo até os 30 dias de armazenamento.

PAPPAS et al. (2005) avaliaram três períodos de armazenamento (0, 7 e 14 dias) de ovos de matrizes pesadas alimentadas com dietas contendo diferentes fontes de ácidos graxos polinsaturados com ou sem a suplementação de selênio orgânico e constataram que os valores de unidade Haugh durante o armazenamento apresentaram maior redução nas dietas quando comparadas àquelas que não receberam a suplementação com Se. Neste sentido, as aves alimentadas com óleo de soja e Selênio tiveram maiores valores para aquela característica, mas a porcentagem dos componentes dos ovos (casca, gema e albúmen) não foi afetada pela suplementação com Selênio.

Em estudo com poedeiras que foram alimentadas com dietas suplementadas com fontes de Selênio orgânico ou inorgânico, GAJCEVIC et al. (2009) perceberam que a suplementação de Se de fonte orgânica resultou em ovos com maiores quantidades deste mineral na gema e no albúmen, ao serem armazenados nos períodos de 0, 14 e 28 dias a 4º C apresentaram melhores valores de Unidade Haugh, em comparação com as aves que receberam Se de fontes inorgânicas.

Ovos de poedeiras comerciais armazenados durante 14 dias em diferentes condições de temperatura (4°C, 23-27°C e 31°C) provenientes de aves suplementadas com Se de fontes orgânicas e inorgânicas, tiveram a qualidade inalterada pela suplementação com Se. A qualidade dos ovos foi diminuída nos diferentes ambientes de armazenagem, porém o ambiente refrigerado a 4°C apresentou melhores resultados de unidade Haugh, menores porcentagens de gema e casca em relação aos outros ambientes (MOHITI-ASLI et al., 2008).

Alguns estudos mostraram que o Se orgânico não foi capaz de alterar a qualidade interna de ovos durante o armazenamento. Em pesquisa realizada com codornas japonesas na fase de postura, TRAVA et al. (2009) armazenaram ovos em temperatura ambiente e refrigerado nos períodos de 0, 10 e 20 dias, e não observaram diferenças significativas na qualidade interna dos ovos de aves suplementadas com Se orgânico na dieta, ressaltando apenas que os ovos mantidos refrigerados obtiveram melhor qualidade interna em relação aos mantidos em temperatura ambiente.

Ovos de poedeiras de segundo ciclo de produção recebendo dieta suplementada com 0,1 ppm de Se orgânico armazenados durante 14 dias em temperatura ambiente não apresentaram diferenças nas características unidade Haugh e índice gema em relação ao tratamento controle (SCATOLINI, 2007).

Os resultados de concentração de Se na gema e no albúmen, expressos em µg/kg de matéria natural dos ovos, estão apresentados na tabela 5. Os achados concordam, parcialmente, com os trabalhos reportados na literatura, pois a suplementação da dieta com Se orgânico foi capaz de aumentar linearmente ($y = 3,09308 + 9,63459x$, $R^2 = 0,52$) a concentração do mineral, apenas, no albúmen, podendo este fato ser explicado pela participação do Seleniomietionina na síntese de proteína e deposição na proteína do albúmen. O R^2 é o coeficiente de determinação da regressão que demonstra a relação entre a variação explicada pela equação de regressão múltipla e a variação total da variável dependente. Neste caso, boa parte (52%) da variação foi explicada pelo modelo empregado.

SURAI et al. (2006a) comprovaram enriquecimento significativo de Se em ovos de codorna, tanto no albúmen quanto na gema, de aves que receberam a suplementação de 0,5 mg/kg de Se orgânico na dieta.

Tabela 5. Concentração de Se na gema e no albúmem em ovos de codornas suplementadas com Se orgânico.

Níveis de Se (mg/kg de ração)	Concentração de Se		Incorporação de Se no albúmem (%)
	Gema (ug/kg de gema)	Albúmem (ug/kg de albumem)	
0	68,60	3,07	-
0,35	89,27	6,47	110,75
0,70	67,25	9,90	222,47
1,05	72,41	13,16	328,66
CV (%)	25,68	46,73	-
Valor de F	0,09	23,51	-
Probabilidade	0,76 ^{ns}	0,0001*	-

CV= Coeficiente de variação, ns = não significativo ($P>0,05$), * regressão linear significativa ($P<0,05$).

Diversos estudos realizados com galinhas poedeiras comprovam a transferência do Se orgânico, suplementado na dieta, para a gema e o albúmem dos ovos. LANGE et al. (2005), UTTERBACK et al. (2005) e PAYNE et al. (2005) suplementaram a dieta das aves com fontes de Se orgânica e inorgânica e, verificaram maior aumento do mineral nos ovos de aves suplementadas com a fonte orgânica. GAJCEVIC et al. (2009), KRALIK et al. (2009) e SKRIVAN et al. (2006) observaram maior deposição de Se no albúmem e na gema dos ovos, mediante a suplementação da dieta com Se orgânico.

Conclusões

Não é necessário adicionar níveis extras de suplementação de Se de fonte orgânica para melhorar o desempenho das codornas. Os níveis de suplementação foram efetivos em manter a qualidade dos ovos durante o armazenamento dos ovos e elevar a concentração do mineral nos ovos. Os ovos devem ser armazenados em ambiente refrigerado para manter as suas qualidades.

Referências bibliográficas

ALJAMAL, A. A.; MASA'DEH, M. K.; SCHEIDELER, S. E. Vitamin E and selenium supplementation in laying hens. Disponível em: <<http://www.poultryscience.org/psa08/abstracts/050.pdf>> acesso em 18 de Maio de 2009.

ARPÁSOVÁ, H; PETROVIC, V.; MELLEN, M; MACANIOVÁ, M; COBANOVÁ, K; LENG, L. The effects of supplementing sodium selenite and selenized yeast to the diet for laying hens on the quality and mineral content of eggs. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v. 18, p. 90-100, 2009.

CHANTIRATIKUL, A.; CHINRASRI, O.; CHANTIRATIKUL, P. Effect of sodium selenite and zinc-L-selenomethionine on performance and selenium concentrations in eggs of laying hens. **Asian Australian of Journal Poultry Science**, v. 21, p. 1048, 2008.

CLOSE, W. H. The role of trace mineral proteiates in pig nutrition. In: Biotechnology in the food industry. In: ALLTECH'S 14TH ANNUAL SYMPOSIUM, NOTTINGHAM UNIVERSITY, 469-376., 1998, Nottingham. Proceedings... Nottingham: Alltech's 14th Annual Symposium. 1998.

COSTA, F. G. P.; RODRIGUES, V. P.; GOULART, C. C.; NOBRE, I. S.; LOBATO, G. B. V.; LIMA, D. F. F.; MOURA, B. H. S. Utilização de sel-plex e bio-plex em dietas para codornas japonesas em postura. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia. 2009a.

COSTA, F. G. P.; RODRIGUES, V. P.; GOULART, C. C.; OLIVEIRA, C. F. S.; NOBRE, I. S.; PINHEIRO, S. G. Efeitos da suplementação de Sel-Plex, Bio-Mos e Bio-Plex sobre a qualidade dos ovos de codornas japonesas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE

BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, Maringá, 2009b.

DAVIS, R. H.; FEAR, F. Incorporation of selenium into egg proteins from dietary selenite. **British Poultry Science**, v. 37, p. 197-211, 1996.

FERNANDEZ, I. B.; CRUZ, V. C.; TRAVA, C. M.; SEDANO, A. A.; PICCININ, A.; MAIOLI, M. A. Efeito da adição de minerais Selênio e Zinco orgânicos no desempenho de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, Maringá, 2009.

FERNANDES, J. I. M.; MURAKAMI, A. E.; SAKAMOTO, M. I.; SOUZA, L. M. G.; MALAGUIDO, A.; MARTINS, E. N. Effects of organic mineral dietary supplementation on production performance and egg quality of white layers. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 10, p. 59-65, 2008.

GAJCEVIC, Z.; KRALIK, G.; HAS-SCHON, E.; PAVIC, V. Effects of organic selenium supplemented to layer diet on table egg freshness and selenium content. **Italian Journal of Animal Science**, v. 8, p. 189-199, 2009.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2009) <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1499> Acessado em 20 de Janeiro de 2010.

LANGE, L. L. M.; ELFERINK, G. O.; NOLLET, L. Producing selenium enriched eggs by different Se-sources in the feed. In: WORLD'S POULTRY SCIENCE ASSOCIATION (WPSA), 15., 2005, Beekbergen, Netherlands. **Proceedings...** Beekbergen: European Symposium on poultry nutrition, 2005. p. 525-528.

KRALIK, G.; GAJCEVIC, Z.; SUCHY, P.; STRAKOVÁ, E.; HANZEK, D. Effects of dietary selenium source and storage on internal quality of eggs. **Acta Veterinaria Brno**, v. 78, p. 219-222, 2009.

MOHITI-ASLI, M.; SHARIATMADARI, F.; LOTFOLLAHIAN, H.; MAZUJI, M. T. Effects of supplementing layer hen diets with selenium and vitamin E on egg quality, lipid oxidation and fatty acid composition during storage. **Canadian Journal Animal Science**, v. 88, p. 475-483, 2008.

MURAKAMI, A. E.; MORAES, V. M. B.; ARIKI, J.; JUNQUEIRA, O. M.; KRONKA, S. M. Níveis de proteína e energia em rações para codornas (*Coturnix coturnix japonica*) em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 22, n. 4, p. 541-551, 1993.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9. ed. Washington: National Academy Press, 1994. 155 p.

PAPPAS, A. C.; ACAMOVIC, T.; SPARKS, N. H. C.; SURAI, P. F.; MCDEVITT, R. M. Effects of supplementing broiler breeder diets with organic selenium and polyunsaturated fatty acids on egg quality during storage. **Poultry Science**, v. 84, p. 865–874, 2005.

PAYNE, R. L.; LAVERGNE, T. K.; SOUTHERN, L. L. Effect of inorganic versus organic selenium on hen production and egg selenium concentration. **Poultry Science**, v. 84, p. 232–237, 2005.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2005. 186p.

SCATOLINI, A. M. **Mn, Zn e Se associados a moléculas orgânicas na alimentação de galinhas poedeiras em segundo ciclo de produção.** 2007. 51 f, Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

SCHRAUZER, G. N.; MCGUINNESS, J. E.; KUEHN, K. Effects of temporary selenium supplementation on the genesis of mammary tumors in female inbred C3H/St mice. **Carcinogenesis**, v. 1, p. 199, 1980.

SCHRAUZER, G. N. Selenium in human health: relationship between selenium intake, cancer and viral diseases. In: ALLTECH'S ANNUAL SYMPOSIUM (T.P. LYONS AND K. A. JACQUES, EDS), 18., 2002, Nottingham. **Anais...** Nottingham: University Press, UK, 2002. p. 263-272.

SKRIVAN, M.; SIMÁNE, J.; DLOUHÁ, G.; DOUCHA, J. Effect of dietary sodium selenite, Se-enriched yeast and Se-enriched Chlorella on egg Se concentration, physical parameters of eggs and laying hens production. **Czech Journal Animal Science**, v. 51, n. 4, p.163-167, 2006.

STANLEY, V. G.; KRUEGER, W. F.; SEFTON, A. E. Single and combined effects of yeast cell wall residue and Sel-Plex on production and egg quality of laying hens. **Poultry Science**, v. 83, Suppl. 1, p. 260, 2004.

SURAI, P. F.; KARADAS, F.; PAPPAS, A. C.; SPARKS, N. H. C. Effect of organic selenium in quail diet on its accumulation in tissues and transfer to the progeny. **British Poultry Science**, v. 47, p. 65-72, 2006a.

SURAI, P. F. **Selenium in nutrition and health.** Nottingham University Press, Nottingham, UK, 2006b

TRAVA, C. M.; FERNANDEZ, I. B.; CRUZ, V. C.; SEDANO, A. A.; MAIOLI, M. A. Efeito da temperatura e do tempo de armazenamento sobre a qualidade interna de ovos de codornas submetidas a dietas com Selênio e Zinco orgânicos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009.

UTTERBACK, P. L.; PARSONS, C. M.; YOON, I.; BUTLER, J. Effect of supplementing selenium yeast in diets of laying hens on egg selenium content. **Poultry Science**, v. 84, p. 1900–1901, 2005.

CAPÍTULO 3 – SUPLEMENTAÇÃO DA DIETA DE CODORNAS JAPONESAS COM ZINCO DE FONTE ORGÂNICA

RESUMO: Objetivou-se neste estudo avaliar o efeito da suplementação da dieta de codornas japonesas na fase de postura com os tratamentos controle; 50; 100 e 150 mg de Zn orgânico/kg de ração sobre o desempenho das aves, qualidade dos ovos e o efeito do mineral sobre os ovos armazenados em diferentes temperaturas e períodos. Aves com 70 dias de idade foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, sendo 8 aves por parcela e 6 repetições para cada tratamento, totalizando 24 parcelas. Foram realizados 4 ciclos de postura com 14 dias cada, e ao final de cada ciclo foram avaliadas as características de desempenho (consumo diário de ração, peso dos ovos, porcentagem de postura, conversão alimentar por massa de ovos e por dúzia de ovos e viabilidade) e qualidade dos ovos (porcentagens de albúmen, gema e casca, unidade Haugh, índice gema, espessura de casca e gravidade específica). No último ciclo de postura foram coletadas as gemas de três ovos de cada parcela para posterior quantificação de Zn nos ovos. Nos quatro últimos dias do ciclo final de postura foram coletados ovos para armazenamento em temperatura ambiente ($28\pm 2^{\circ}\text{C}$) e refrigerado (4°C) em diferentes períodos (0, 10, 20 e 30 dias), formando um delineamento fatorial $4\times 4\times 2$. A suplementação melhorou a conversão alimentar e os valores de unidade Haugh dos ovos, porém não interferiu nas outras características avaliadas.

Palavras- chave: Armazenamento de ovos, *Coturnix coturnix japonica*, minerais orgânicos, qualidade de ovos.

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the effect of dietary supplementation of Japanese quails receiving the following treatments: control, 50; 100 and 150 mg organic Zn/kg diet on bird performance and egg quality and the effect of mineral on eggs stored at different temperatures and periods. Seventy days of age were distributed in a completely randomized design with 8 birds per pen and 6 replicates for each treatment, totaling 24 plots. Four cycles of laying every 14 days were performed, and at the end of each cycle were evaluated the performance characteristics (feed intake, egg weight, egg production, feed conversion (per mass and dozen), and viability) and egg quality (percentage of albumen, yolk and shell, Haugh unit, yolk index, shell thickness and specific gravity were evaluated). In the last cycle 3 eggs per replicate were collected for egg yolks and albumens analysis for quantification of Zn in eggs. In the last four days of the end of laying eggs were collected for storage at room temperature (28 ± 2 °C) and refrigerated (4 °C) at different periods (0, 10, 20 and 30 days), in a 4x4x2 factorial design. Supplementation improved feed conversion in the Haugh unit units of eggs, but did not affect the other characteristics evaluated.

Keywords: antioxidant, *Coturnix coturnix japonica*, egg quality, organic zinc, storage

Introdução

O Zinco (Zn) é um mineral essencial para os animais, pois exerce papéis de fundamentais importância no organismo, tais como, crescimento celular e produção de enzimas necessárias para a síntese de RNA e DNA (PFEIFFER et al., 1997). Participa da atividade de, aproximadamente, 300 enzimas e desempenha diversas funções metabólicas no organismo, sendo uma destas funções relacionada à defesa do organismo contra a ação de radicais livres (PRASAD & KUCUK, 2002).

A proteção celular contra radicais livres é desempenhada pelo Zn participando como componente estrutural e catalítico de enzimas como a superóxido dismutase (SOD) presente no citoplasma de todas as células, que possui como centro ativo um íon cobre e um íon zinco (LEHNINGER, et al., 1998) e a metalotioneína, proteína rica em cistina, capaz de atacar os radicais livres (OTEIZA et al., 1996).

A suplementação da dieta de aves com Zn na forma orgânica é mais efetiva, pois de acordo com CLOSE (1998), esta fonte apresenta maior biodisponibilidade em relação a minerais na forma inorgânica. Porém, resultados apresentados na literatura são contraditórios sobre o efeito da suplementação da dieta de poedeiras com Zn orgânico. TABATABAIE et al., (2007) observaram melhora na conversão alimentar e redução no consumo de ração. PAIK e LIM (2003) concluíram que a produção de ovos foi reduzida em relação ao tratamento controle, mas HUDSON et al. (2004) verificaram maior produção de ovos em matrizes pesadas em relação as aves suplementadas com Zn inorgânico.

YILDIZ et al. (2006) e ZAMANI et al. (2005) suplementaram a dieta de codornas japonesas em postura com Zn orgânico e galinhas poedeiras com Zn inorgânico, respectivamente, e perceberam que o tratamento proporcionou aumento da espessura da casca dos ovos e do peso dos ovos, sendo este fato explicado pelo Zn ser um dos constituintes da metaloenzima anidrase carbônica (0,3%) que atua no equilíbrio ácido-base no organismo e na deposição de cálcio na casca dos ovos (LEESON e SUMMERS, 2001).

Sabendo-se que a deficiência de Zn pode causar alterações epidermais, gastrintestinais, neurais, esqueléticas, reprodutivas, imunológicas (HAMBIGDE, 2000),

redução na concentração do hormônio do crescimento (MACDONALD, 2000), dentre outros problemas, a incorporação de Zn na gema dos ovos mediante a suplementação da dieta das aves com o mineral, como comprovado por alguns autores (MABE et al., 2003; VERHEYEN et al., 1990), pode ser uma estratégia para melhorar a qualidade nutricional dos ovos. Neste contexto, este estudo teve como objetivo avaliar o desempenho e qualidade dos ovos de codornas suplementadas com Zn na forma orgânica na dieta, com o intuito de melhorar a qualidade nutricional destes ovos.

Material e métodos

Os experimentos foram realizados no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Jaboticabal, SP. As aves foram alojadas em galpão convencional para codornas onde as gaiolas de postura foram dispostas em degraus, com bebedouros do tipo nipple e comedouro contínuo de chapa galvanizada. Na fase de postura, as aves receberam 17 horas de luz diárias, assim como o manejo normal de criação.

Experimento 1 – Desempenho das aves, qualidade e enriquecimento dos ovos de codorna com Zinco.

Foram utilizadas 192 codornas na fase de postura, com 70 dias de idade, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado e foram submetidas a quatro tratamentos (controle; 50; 100 e 150 mg de Zn orgânico/kg de ração), com 6 repetições e 8 aves por parcela. As aves do grupo controle receberam dieta basal com os níveis normais de Zn recomendado para atender às necessidades das aves (Tabela 1), seguindo as tabelas de composição de ingredientes de ROSTAGNO et al. (2005) e as exigências nutricionais, de acordo com o proposto por MURAKAMI (1991) e o NRC (1994). Esta dieta basal foi suplementada com níveis crescentes de Zn, de acordo com os tratamentos.

Tabela 1. Composição percentual e calculada das rações fornecidas às aves na fase de postura.

Ingredientes	%
Milho	63,507
Farelo de soja	27,622
Fosfato bicálcico	2,602
Calcário calcítico	4,864
Sal/ NaCl	0,400
Suplemento vitamínico e mineral¹	0,500
L-Lisina (78%)	0,336
DL.Metionina (98%)	0,169
Total	100
Composição calculada	
Proteína bruta (%)	18
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2800
Cálcio (%)	2,50
Fósforo disponível (%)	0,55
Lisina (%)	1,30
Metionina+Cistina (%)	0,76

¹Suplemento Mineral e Vitamínico – Composição/kg de ração: Ácido fólico, 0,31mg; Biotina, 0,12mg; Colina, 300mg; Niacina, 12,37mg; Pantotenato de cálcio, 3,56mg; Vit. A, 7812,5 UI; Vit. B₁, 1,85mg; Vit. B₁₂, 25mcg; Vit. B₂, 4,25mg; Vit. B₆, 1,23mg; Vit. D₃, 3125 UI; Vit. E, 15,62mg; Vit. K, 1,22mg; Cobre, 9,37mg; Iodo, 0,63mg; Manganês, 57,18mg; Selênio, 0,28mg; Zinco, 72,28mg; Antioxidante, 0,5mg;

- **Características avaliadas**

Foram realizados quatro ciclos de 14 dias cada, onde em cada ciclo, foram avaliados o desempenho, a qualidade dos ovos e, no último ciclo, foi feita a quantificação de Zn no ovo.

Desempenho: Diariamente foi feita a contagem de ovos produzidos e a mortalidade das aves por parcela. No início e no final de cada ciclo de postura a ração

de cada parcela foi pesada e nos três últimos dias de cada ciclo de postura foram pesados todos os ovos de cada parcela.

Foram avaliados o consumo de ração, a produção de ovos, o peso médio dos ovos, a conversão alimentar (consumo/dz e kg de ovos) e a viabilidade.

Qualidade dos ovos: No último dia de cada ciclo de postura os ovos foram coletados, pesados e, posteriormente, foram feitas as medidas de gravidade específica dos ovos por imersão em solução salina (1,05; 1,055; 1,06; 1,065; 1,070; 1,075 e 1,08 g/cm³), altura da gema, altura de albúmen, diâmetro da gema e peso da gema.

Unidade Haugh: foi obtida pela relação entre o peso do ovo (g) e a altura do albúmen (mm), utilizando-se a fórmula $UH = 100 \cdot \log (H + 7,57 - 1,7W^{0,37})$, onde: H: altura do albúmen, em milímetros e W: peso do ovo, em gramas, com auxílio de um micrômetro de mesa da marca AMES – S6428.

Índice gema: foi avaliada com as medidas de altura (AG) e largura da gema (LG), com auxílio de um paquímetro da marca Professional, sendo que a relação entre os dois parâmetros forneceu o índice gema, ou seja, $IG = AG/LG$.

As cascas dos ovos foram lavadas e secadas em temperatura ambiente para posterior pesagem e medição da espessura. Com a utilização de um micrometro digital foram medidas as espessuras das cascas dos ovos, sendo feitas três medidas por casca na região equatorial dos ovos.

Quantidade de Zn nos ovos (enriquecimento dos ovos): Após o final do quarto ciclo, ou seja, após 56 dias do início do experimento, três ovos de cada repetição foram coletados aleatoriamente. Os ovos inteiros, a gema e o albúmen foram pesados separadamente. Após a pesagem, foram misturadas as três gemas de cada repetição, onde foi retirada uma única amostra de gema que foram congeladas a -20° C, para posterior análise de quantificação de Zn nos ovos.

A mineralização/digestão das amostras ocorreu segundo procedimento previamente desenvolvido, empregando-se forno com radiação micro-ondas modelo Multiwave 3000 Microwave Reaction System, Anton Paar GmbH – Graz (Áustria) equipado com vasos de PTFE-TFM (politetrafluoretileno, modificado).

A uma alíquota de aproximadamente 0,5 g da amostra de gema de ovo de codorna, foi adicionado 3,0 mL de H₂O₂ (30%) e 6,0 mL HNO₃ (65%) concentrado

suprapur (Merck) P.A. (para análise) e, em seguida, submetida a digestão em aparelho de micro-ondas.

As concentrações de Zn foram determinadas por espectrometria de absorção atômica por chama (FAAS), utilizando o aparelho GBC Avanta através de chama ar-acetileno.

Experimento 2: Avaliação da qualidade dos ovos durante o período de armazenamento.

Dois grupos de três ovos de cada repetição foram armazenados durante 0, 10, 20 e 30 dias, sendo um grupo armazenado em refrigerador (4°C) e outro grupo em temperatura ambiente ($28 \pm 2^{\circ}\text{C}$). A coleta dos ovos que foram armazenados foi feita nos quatro últimos dias do experimento, para reduzir alguma possível influência do enriquecimento destes ovos devido a coleta em períodos diferentes de idade das aves. Ao final do período de armazenamento foram realizadas as análises de qualidade dos ovos (unidade Haugh, índice gema, porcentagens de gema, albúmem).

Para as análises estatísticas do desempenho, qualidade e enriquecimento dos ovos foram utilizados os procedimentos de análises de regressão polinomial e para a qualidade dos ovos durante o armazenamento foi utilizado um esquema fatorial $4 \times 4 \times 2$ (4 níveis de Zn X 4 períodos X 2 temperaturas). Todas as análises foram realizadas no programa estatístico SAS[®] (SAS 9.1, SAS institute, Cary, North Carolina, USA).

Resultados e discussão

Os resultados de desempenho apresentados na Tabela 2 mostram que a suplementação da dieta com Zn orgânico não influenciou significativamente ($P > 0,05$) o consumo de ração, a conversão alimentar por dúzia de ovos, o peso dos ovos, porcentagem de postura e a viabilidade. Porém, o consumo diário de ração ($P = 0,06$) e a conversão alimentar por dúzia ($P = 0,07$) de ovos foram reduzidos com a suplementação do mineral na dieta das aves.

A suplementação da dieta de codornas com Zn orgânico influenciou linearmente a conversão alimentar ($y = 2,72812 - 0,00115x$, $r^2 = 0,18$), melhorando esta característica.

Este resultado pode ser explicado pela redução no consumo de ração das aves ($P=0,06$), com a suplementação de Zn orgânico na dieta, que pode ter reduzido a palatabilidade da ração sem prejudicar o desempenho. As outras características de desempenho não foram alteradas pela suplementação. Entretanto o coeficiente de determinação da análise de regressão indica que o modelo para conversão alimentar explicou apenas 18% da variância.

Concordando com os resultados obtidos no presente estudo, a suplementação da dieta de poedeiras com 50 ppm de Zn orgânico proporcionou melhora na conversão alimentar e redução no consumo diário de ração das aves (TABATABAIE et al., 2007).

Tabela 2. Médias de consumo diário de ração (CDR), conversão alimentar por massa de ovos (CA), conversão alimentar por dúzia de ovos (CD), peso dos ovos (PO), porcentagem de postura (PP) e Viabilidade (V) das aves suplementadas com Zn orgânico.

Tratamentos (mg Zn/kg de ração)	CDR (g)	PO (g)	PP (%)	CA (kg/kg)	CD (kg/dz)	V (%)
0	27,63	10,95	93,00	2,72	0,357	98,75
50	26,70	11,14	91,75	2,67	0,357	100
100	27,02	11,14	92,83	2,62	0,350	100
150	26,55	11,15	93,45	2,55	0,341	99,48
CV (%)	3,06	2,01	3,26	5,39	4,67	1,08
Valor de F	2,83	2,17	0,18	4,85	3,47	0,87
Probabilidade	0,06 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,67 ^{ns}	0,04 [*]	0,07 ^{ns}	0,36 ^{ns}

CV= Coeficiente de variação, ns = regressão não significativa ($P>0,05$), * regressão linear significativa ($P<0,05$).

SCATOLINI (2007), SWIATKIEWICZ e KORELESKI (2008) ao suplementarem poedeiras em segundo ciclo de produção com Zn orgânico na dieta, observaram que o peso médio, a produção de ovos, o consumo de ração e a conversão alimentar por massa de ovos foram inalterados.

Aves recebendo dietas suplementadas com Zn orgânico em ambiente quente (37,5° C) não apresentaram melhoras significativas em relação à produção e peso dos ovos (KITA et al., 1997).

Alguns resultados obtidos na literatura foram contraditórios aos obtidos neste estudo. A avaliação da suplementação da dieta de poedeiras com Zn nas formas

orgânicas e inorgânicas no período de 69 a 82 semanas de idade proporcionou redução no peso dos ovos (MABE et al., 2003). No entanto, PAIK & LIM (2003), observaram que a produção de ovos de aves suplementadas com Zn orgânico foi reduzida em relação ao tratamento controle.

As características de qualidade dos ovos apresentados na Tabela 3 não foram alterados com a suplementação de Zn orgânico na dieta das aves, com exceção dos valores de unidade Haugh que foram influenciados de forma quadrática ($y = 87,3274 + 0,02805x - 0,00023017x^2$, $R^2 = 0,32$) pela suplementação do mineral na dieta, sendo o melhor nível estimado igual a 60,93 mg de Zn/kg de ração. O modelo empregado para unidade Haugh explicou apenas 32% da variação desta característica.

O Zn é co-fator da enzima anidrase carbônica, responsável pela calcificação da casca do ovo. Assim sendo, esperava-se melhoria na qualidade da casca nos tratamentos com suplementação de Zn, fato que não foi constatado nesta pesquisa (Tabela 3). Sugere-se para próximos estudo submeter as aves a estresse calórico e avaliar a deposição de Cálcio com a suplementação com Zn na dieta das aves em função da temperatura.

Tabela 3. Médias de unidade Haugh (UH), índice gema (IG), porcentagens de casca (PC), albúmen (PA) e gema (PG), gravidade específica (GE) e espessura de casca (EC) dos ovos das aves suplementadas com Zn orgânico.

Tratamentos (mg Zn/ kg de ração)	UH	IG	PC (%)	PA (%)	PG (%)	GE (g/cm³)	EC (mm)
0	87,17	0,47	7,77	73,39	30,42	1,072	0,237
50	88,63	0,46	7,73	73,67	30,27	1,071	0,235
100	87,35	0,47	7,90	73,33	30,50	1,072	0,241
150	86,52	0,46	7,87	73,53	30,40	1,072	0,242
CV(%)	1,20	2,20	1,97	0,51	1,26	1,61	2,48
Valor de F	5,04	1,59	2,89	0,37	0,97	0,81	3,39
Probabilidade	0,01*	0,51 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,38 ^{ns}	0,08 ^{ns}

CV= Coeficiente de variação, ns = não significativo ($P > 0,05$), * regressão quadrática significativa ($P < 0,05$).

Resultados semelhantes ao do presente estudo foram reportados por TABATABAEI et al. (2007) que verificaram que os valores de unidade Haugh de ovos de poedeiras suplementadas com 50 ppm de Zn orgânico na dieta foram melhores do

que o tratamento sem suplementação, sendo as outras características de qualidade não afetadas.

PAIK & LIM (2003) e SCATOLINI (2009) não observaram efeitos benéficos da suplementação da dieta de poedeiras com Zn orgânico sobre a unidade Haugh e os outros parâmetros de qualidade dos ovos avaliados.

Em relação a qualidade da casca dos ovos de aves suplementadas com Zn orgânico, SWIATKIEWICZ & KORELESKI (2008) não observaram alterações na porcentagem e espessura da casca dos ovos. DALE & STRONG (1998) verificaram que a gravidade específica dos ovos não foi alterada com a suplementação da dieta das aves com Zn e Mn orgânicos e KITA et al. (1997), ao criarem poedeiras em ambiente quente, concluíram que a suplementação não influenciou a espessura da casca dos ovos.

Contrariando estes resultados, MABE et al. (2003) verificaram que poedeiras produziram ovos com menor porcentagem de casca quando submetidas a suplementação de Zn orgânico na dieta no período de 32 a 45 semanas de idade, porém não foram observadas diferenças significativas no período de 60 a 82 semanas de idade. A gravidade específica de ovos de matrizes pesadas aumentou mediante a suplementação (HUDSON et al., 2004).

YILDIZ et al. (2006) verificaram que a suplementação da dieta de codornas japonesas em postura com Zn orgânico proporcionou melhora na qualidade dos ovos devido ao aumento da espessura da casca e melhora no índice gema, além de aumentar o peso dos ovos. Estes resultados foram semelhantes aos obtidos por ZAMANI et al. (2005), que avaliaram o efeito de níveis de Zn inorgânico sobre a qualidade da casca dos ovos e verificaram que a suplementação com 50 e 150 ppm de Zn aumentou o peso dos ovos e a espessura da casca, além de aumentar a concentração de cálcio na casca.

Poedeiras alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de suplementação de Mn e Zn nas formas orgânicas e inorgânicas obtiveram maiores dos valores de consumo de ração, porém não houve efeito na unidade Haugh e a suplementação com Zn melhorou a gravidade específica nos maiores níveis utilizados, independente da forma do mineral (SCHEIDELER et al., 2009).

Os resultados de qualidade dos ovos durante o período de armazenamento estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Médias de porcentagens de albúmem (PA) e gema (PG), índice gema (IG), unidade Haugh (UH) e perda de peso (PP) dos ovos de aves suplementadas com Zn orgânico armazenados em diferentes períodos e temperaturas.

Fatores	PA (%)	PG (%)	IG	UH	PP (%)
Níveis de Zn (mg/kg de ração)					
0	60,28	31,92	0,369	82,93	1,56A
50	59,91	32,12	0,369	83,06	1,77B
100	59,79	32,32	0,369	83,07	1,58A
150	59,88	32,17	0,363	82,70	1,55A
Temperatura (° C)					
Ambiente ($\pm 28^\circ \text{C}$)	58,37B	33,60B	0,271B	78,12B	3,10B
Refrigerado (4°C)	61,57A	30,65A	0,464A	87,76A	0,53A
Período (dias)					
0	61,79	30,69	0,48	85,78	0,00A
10	59,94	32,07	0,38	84,93	1,09B
20	59,17	32,81	0,34	81,65	1,56C
30	58,98	32,96	0,33	79,41	2,20D
Probabilidade					
Níveis de Zn (N)	NS	NS	NS	NS	**
Período (P)	*	*	*	*	*
Temperatura (T)	*	*	*	*	*
N X P	NS	NS	NS	NS	NS
N X T	NS	NS	NS	NS	**
P X T	*	*	*	*	*
CV (%)	2,53	4,49	4,48	2,52	14,16

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey (5%), NS = não significativo, * $<0,0001$, ** $<0,01$

As características de porcentagens de gema e de albúmem não foram alterados pela suplementação da dieta das aves com Zn orgânico durante o período de armazenamento, assim como os valores de unidade Haugh e índice gema.

A perda de peso dos ovos durante o armazenamento foi maior nos ovos das aves suplementadas com 50 mg de Zn orgânico/kg de ração e, em temperatura ambiente, os níveis de suplementação com 50 e 100 mg de Zn orgânico/kg de ração, apresentaram maior perda de peso, indicando que a qualidade da casca dos ovos foi

prejudicada por estes níveis, sendo estes resultados explícitos no armazenamento em temperatura ambiente, que favorece a perda de água (Tabela 5).

Tabela 5. Médias de porcentagem de perda de peso dos ovos de acordo com níveis de Zn e temperatura de armazenamento.

Níveis de Zn (mg/kg de ração)	Refrigerado (4° C)	Ambiente (± 28° C)	Probabilidade
0	0,63b	2,88Ba	0,0001
50	0,53b	3,19Aa	0,0001
100	0,51b	3,29Aa	0,0001
150	0,49b	2,92Ba	0,0001
Probabilidade	0,90	0,01	

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

Uma das funções do Zn é a participação como co-fator da enzima anidrase carbônica, que afeta diretamente a qualidade dos ovos, pois participa na deposição de cálcio na casca dos ovos. Segundo CEYLAN e SCHEIDELER (1999), o Zn orgânico está associado com o aumento na atividade da anidrase carbônica e a melhora na qualidade da casca dos ovos, o que não foi verificado no presente estudo.

Em todas as características de qualidade dos ovos avaliadas durante o armazenamento, houve interações significativas entre período e temperatura. No desdobramento destas interações não apresentadas em tabela, constatou-se que em ambos ambientes estudados, a qualidade dos ovos piorou significativamente com o aumento do período de armazenamento destes ovos, porém no ambiente refrigerado a qualidade dos ovos foi mantida apropriada para consumo até 30 dias de armazenamento.

Os valores de unidade Haugh e índice gema dos ovos de codornas não foram alterados com a suplementação de Zn orgânico na dieta, durante o armazenamento nos períodos zero, 10 e 20 dias em temperatura ambiente e refrigeração (TRAVA et al. 2009).

Ovos de poedeiras de segundo ciclo de produção recebendo dieta suplementada com 50 ppm de Zn orgânico armazenados durante 14 dias em temperatura ambiente não tiveram melhora nas características unidade Haugh e índice gema em relação ao tratamento controle (SCATOLINI, 2007).

Na tabela 6 estão apresentadas as médias da concentração de Zn na gema dos ovos de codornas suplementadas com Zn orgânico na dieta ($y = 23,91683 - 0,27480x + 0,00419x^2 - 0,0000161x^3$, $R^2 = 0,46$). O modelo obtido para esta característica foi capaz de explicar quase 50% da variação.

Um efeito cúbico foi obtido para a concentração de Zn na gema dos ovos de aves suplementadas com Zn orgânico na dieta. Este fato sugere que a suplementação foi incapaz de elevar a concentração de Zn na gema dos ovos, pois a suplementação com 50 mg de Zn orgânico/kg de ração proporcionou menor quantidade depositada em relação aos outros níveis utilizados.

Tabela 6. Médias da concentração de Zn na gema dos ovos das aves suplementadas com Zn orgânico.

Níveis de Zn (mg/kg de ração)	Concentração de Zn na gema dos ovos (mg/kg de MS)
0	23,91
50	18,63
100	22,22
150	22,59
CV (%)	10,59
Valor de F	5,72
Probabilidade	0,0054*

CV= Coeficiente de variação, *regressão cúbica significativa ($P < 0,05$).

A ineficiência na deposição de Zn nos ovos foi demonstrada por SKRIVAN et al. (2005) que suplementaram a dieta de poedeiras com Zn inorgânico e não verificaram aumento nas quantidades do mineral tanto na gema como no albúmen dos ovos.

MABE et al. (2003) observaram que houve aumento na concentração de Zn na gema dos ovos de galinhas poedeiras que receberam a suplementação de 30 e 60 ppm de Zn orgânico na dieta.

Conclusões

Pode-se concluir que o Zn orgânico suplementado à dieta de codornas foi eficiente em melhorar a conversão alimentar por massa de ovos e melhorar a unidade Haugh dos ovos frescos, porém não afetou a qualidade dos ovos durante o armazenamento. Com o aumento do período de armazenamento a qualidade dos ovos piorou, porém este declínio foi menor quando os ovos foram armazenados em ambiente refrigerado.

Referências bibliográficas

BHUTTA Z. A.; BLACK, R. E.; BROWN K. H.; GARDENER, J. M.; GORE, S.; HIDAYAT, A.; KHATUN, F.; MARTORELL, R.; NINH, N. X.; PENNY, M. E.; ROSADO, J. L.; ROY, S. K.; RUEL, M.; SAZAWAL, S.; SHANKAR, A. Prevention of diarrhea and pneumonia by zinc supplementation in children in developing countries: pooled analysis of randomized controlled trials. **Journal Pediatrics**, v. 135, n. 6, p. 689-697, 1999.

CAULFIELD, L.; ZAVALA, N.; SHANKUR, A. H.; MERIALDI M. Potential contribution of maternal zinc supplementation during pregnancy to maternal and child survival. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 65, p. 499-508, 1998.

CEYLAN, N.; SCHEIDELER, S. E. Effects of Eggshell 49, dietary calcium level and hen age on performance and egg shell quality. In: ALLTECH ANNUAL SYMPOSIUM (T.P. LYONS AND K.A. JACQUES, EDS), 15., 1999, Nottingham. **Proceeding...** Nottingham: University Press, 1999.. p. 61–73.

CLOSE, W. H. The role of trace mineral proteinates in pig nutrition. In: Biotechnology in the food industry. In: ALLTECH'S 14TH ANNUAL SYMPOSIUM, 469-376., 1998, Nottingham. **Proceedings...** Nottingham: Alltech's 14th Annual Symposium. 1998.

DALE, N.; STRONG, C. F. Inability to demonstrate an effect of eggshell#49 on shell quality in older laying hens. **Journal Applied Poultry Research**, v. 7, p. 219-224, 1998.

HAMBIGDE, M. Human zinc deficiency. **Journal of Nutrition**, v. 130, p. 1344-1349, 2000.

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

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. Princípios de bioquímica. São Paulo: Savier; 1998. p. 41-60

MABE, I.; RAPP, C.; BRAIN, M. M.; NYS, Y. Supplementation of a corn-soybean diet of manganese, copper, and zinc form organic and inorganic sources improves eggshell quality in aged laying hens. **Poultry Science**, v. 82, p. 1903-1913, 2003.

MACDONALD, R. S. The role of zinc in growth and cell proliferation. **Journal Nutrition**, v. 130, p. 1500-1508, 2000.

MURAKAMI, A. E.; MORAES, V. M. B.; ARIKI, J.; JUNQUEIRA, O. M.; KRONKA, S. M. Níveis de proteína e energia em rações para codornas (*Coturnix coturnix japonica*) em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 22, n. 4, p. 541-551, 1993.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. Washington, D.C.: National Academy Press, 9.rev.ed, 1994, 155p.

KITA, K.; HOHMURA, I.; OKUMURA, J. Influence of dietary zinc methionine supplementation on eggshell quality in laying hens under hot climate environment. **Japan Poultry Science**, v. 34, p. 21-26, 1997.

OTEIZA, P. L.; OLIN, K. L.; FRAGA, C. G.; KEEN, C. L. Oxidant defense systems in testes from Zn deficient rats. **Experimental Biology and Medicine**, v. 213, p. 85–91, 1996.

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-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 16, p. 1804–1808, 2003.

PFEIFFER, C. C.; BRAVERMAN, E. R. Zinc, the brain, and behavior. **Biological Psychology**, v. 17, p. 513-30, 1997.

PRASAD, A. S.; KUCUK, O. Zinc in cancer prevention. **Cancer Metastasis Reviews**, v. 21, p. 291-295, 2002.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2005. 186p.

SCATOLINI, A. M. **Mn, Zn e Se associados a moléculas orgânicas na alimentação de galinhas poedeiras em segundo ciclo de produção**. 2007. 51 f, Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

SCHEIDELER, S. E.; WEBER, P.; KRISHNAN, P. Effect of zinc and manganese supplementation from inorganic source on egg quality parameters in White Leghorn hens. In: POULTRY SCIENCE ANNUAL MEETING, 98., 2009, Raleigh. **Anais...** Raleigh: Poultry Science Association, 2009. p.199.

SKRIVAN, M.; SKRIVANOVA, V.; MAROUNEK, M. Effects of dietary zinc, iron and copper in layer feed on distribution of these elements in eggs, liver, excreta, soil, and herbage. **Poultry Science**, v. 84, p. 1570-1575, 2005.

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.

TABATABAEI, M. M.; ALIARABI, H.; SAKI, A. A.; AHMADI, A.; SIYAR, A. A. H. Effect of different sources and levels of zinc on egg quality and laying hens performance. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v. 10, n. 19, p. 3476-3478, 2007.

ZAMANI, A.; RAMAHNI, H. R.; POURREZA, J. Supplementation of a corn-soybean meal diet with manganese and zinc improve eggshell quality in laying hens. **Pakistan Journal of Biological Science**, v. 8, n. 9, p. 1311-1317, 2005.

TRAVA, C. M.; FERNANDEZ, I. B.; CRUZ, V. C.; SEDANO, A. A.; MAIOLI, M. A. Efeito da temperatura e do tempo de armazenamento sobre a qualidade interna de ovos de codornas submetidas a dietas com Selênio e Zinco orgânicos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia. 2009.

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, n. 12, p. 1181-1184, 2006.

CAPÍTULO 4 – SUPLEMENTAÇÃO DA DIETA DE CODORNAS JAPONESAS COM MANGANÊS DE FONTE ORGÂNICA

RESUMO: Objetivou-se neste estudo avaliar o efeito da suplementação da dieta de codornas japonesas na fase de postura com os tratamentos controle; 60; 120 e 180 mg de Mn orgânico/kg de ração sobre o desempenho das aves, qualidade dos ovos e o efeito do mineral sobre os ovos armazenados em diferentes temperaturas e períodos. Aves com 44 semanas de idade foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, sendo 8 aves por parcela e 6 repetições para cada tratamento, totalizando 24 parcelas. Foram realizados 4 ciclos de postura com 14 dias cada, e ao final de cada ciclo foi avaliado os parâmetros de desempenho (consumo diário de ração, peso dos ovos, porcentagem de postura, conversão alimentar por massa de ovos e por dúzia de ovos e viabilidade) e qualidade dos ovos (porcentagens de albúmen, gema e casca, unidade Haugh, índice gema, espessura de casca e gravidade específica). No último ciclo de postura foram coletadas as gemas de três ovos de cada parcela para posterior análise de quantificação de Mn nos ovos. Nos quatro últimos dias do ciclo final de postura foram coletados ovos para armazenamento em temperatura ambiente ($28\pm 2^{\circ}\text{C}$) e refrigerado (4°C) em diferentes períodos (0, 10 e 20 dias), formando um delineamento fatorial $4\times 4\times 2$. A suplementação com Mn orgânico influenciou o peso dos ovos (efeito quadrático), linearmente na porcentagem de casca, espessura da casca e na concentração do mineral na gema dos ovos, sendo este mineral capaz de melhorar a qualidade dos ovos.

Palavras-chave: Armazenamento de ovos, *Coturnix coturnix japonica*, minerais orgânicos, qualidade de ovos.

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the effect of dietary supplementation of Japanese quails receiving the following treatments: control, 60; 120 and 180 mg organic Mn/kg diet on bird performance and egg quality and the effect of mineral on eggs stored at different temperatures and periods. Birds with 44 weeks of age were distributed in a completely randomized design with 8 birds per pen and 6 replicates for each treatment, totaling 24 plots. Four cycles of laying every 14 days were performed, and at the end of each cycle were evaluated the performance characteristics (feed intake, egg weight, egg production, feed conversion (per mass and dozen), and viability) and egg quality (percentage of albumen, yolk and shell, Haugh unit, yolk index, shell thickness and specific gravity were evaluated). In the last cycle 3 eggs per replicate were collected for egg yolks analysis for quantification of Mn in eggs. In the last four days of the end of laying eggs were collected for storage at room temperature (28 ± 2 °C) and refrigerated (4 °C) at different periods (0, 10 and 20 days), in a 4x3x2 factorial design. The diet supplementation with organic Mn quadratically influenced egg weight (quadratic effect), and on the percentage of shell and mineral concentration in eggs (linear effect).

Keywords: antioxidant, *Coturnix coturnix japonica*, egg quality, organic selenium, storage

Introdução

O Manganês (Mn) é um mineral essencial à manutenção da saúde no organismo animal, desempenhando várias funções. Está diretamente envolvido com as enzimas fosfatase óssea, fosfatase alcalina e arginase, além de participar da síntese de proteínas que estimulam a ativação da DNA e da RNA polimerases (WIBERG & NEWMAN, 1957) e de colaborar com o metabolismo protéico, energético, na síntese de colesterol e de mucopolissacarídeos (FRIEDMAN et al., 1987).

LEACH & GROSS (1983) demonstraram que a deficiência de Mn na dieta de aves resultou em ovos com cascas mais finas, alterações ultra estruturais na camada mamilária da casca e redução no teor de hexozamina e ácido hexurônico na matriz orgânica.

A comprovação que o Mn influencia a qualidade da casca foi descrita por alguns pesquisadores que, ao suplementarem a dieta de poedeiras com Mn, observaram aumento na espessura da casca (FASSANI et al., 2000; SAZZAD et al., 1994; SCATOLINI, 2009), na porcentagem de casca (ZAMANI et al., 2005) e na gravidade específica dos ovos (FASSANI et al., 2000).

Atualmente a busca por alimentos funcionais é crescente, porém a má nutrição ainda afeta milhares de pessoas no mundo. Em países em desenvolvimento, 53% de mortes de crianças com até 5 anos estão associadas a desnutrição (MULLER & KRAWINKEL, 2005).

Uma das soluções para reduzir a desnutrição seria estimular o consumo de ovos devido ao seu baixo custo e melhorar a qualidade destes ovos com a incorporação de minerais essenciais. MABE et al. (2003) enfatizaram que é possível elevar os níveis de Mn na gema dos ovos com o fornecimento de dietas de poedeiras suplementadas com Mn de fontes orgânicas e inorgânicas.

Sabendo-se que o Mn exerce diversas funções no organismo animal, melhora a qualidade da casca dos ovos e ainda pode ser incorporado aos ovos, melhorando suas qualidades nutricionais e contribuindo para as necessidades humanas, idealizou-se este estudo com o objetivo de avaliar os efeitos da suplementação da dieta de codornas

japonesas com Mn orgânico sobre o desempenho das aves, qualidade dos ovos armazenados e concentração de Mn na gema dos ovos.

Material e Métodos

Os experimentos foram realizados no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Jaboticabal, SP. As aves foram alojadas em galpão convencional para codornas onde as gaiolas de postura foram dispostas em degraus, com bebedouros do tipo nipple e comedouro contínuo de chapa galvanizada. Na fase de postura, as aves receberam 17 horas de luz diárias, assim como o manejo normal de criação.

Experimento 1 – Desempenho das aves, qualidade e enriquecimento dos ovos de codorna com Manganês.

Foram utilizadas 192 codornas na fase de postura, com 44 semanas de idade, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado e foram submetidas a quatro tratamentos (controle; 60; 120 e 180 mg de Mn orgânico/kg de ração), com 6 repetições e 8 aves por parcela. As aves do grupo controle receberam dieta basal com os níveis normais de Mn recomendados para atender às necessidades das aves (Tabela 1), seguindo as tabelas de composição de ingredientes de ROSTAGNO et al. (2005) e as exigências nutricionais, de acordo com o proposto por MURAKAMI (1991) e o NRC (1994). Esta dieta basal foi suplementada com níveis crescentes de Mn, de acordo com os tratamentos.

• Características avaliadas

Foram realizados quatro ciclos de 14 dias cada, onde em cada ciclo, foram avaliados o desempenho e a qualidade dos ovos e, no último ciclo, foi feita a quantificação de Mn no ovo.

Desempenho: Diariamente foi feita a contagem de ovos produzidos e a mortalidade das aves por parcela. No início e no final de cada ciclo de postura a ração de cada parcela foi pesada e, nos três últimos dias de cada ciclo de postura, foram pesados todos os ovos de cada parcela.

Foram avaliados o consumo de ração, a produção de ovos, o peso médio dos ovos, a conversão alimentar (consumo/dz e kg de ovos) e a viabilidade.

Tabela 1. Composição percentual e calculada das rações fornecidas às aves na fase de postura.

Ingredientes	%
Milho	63,507
Farelo de soja	27,622
Fosfato bicálcico	2,602
Calcário calcítico	4,864
Sal/ NaCl	0,400
Suplemento vitamínico e mineral¹	0,500
L-Lisina (78%)	0,336
DL.Metionina (98%)	0,169
Total	100
Composição calculada	
Proteína bruta (%)	18
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2800
Cálcio (%)	2,50
Fósforo disponível (%)	0,55
Lisina total(%)	1,30
Metionina+Cistina totais (%)	0,76

¹Suplemento Mineral e Vitamínico – Composição/kg de ração: Ácido fólico, 0,31mg; Biotina, 0,12mg; Colina, 300mg; Niacina, 12,37mg; Pantotenato de cálcio, 3,56mg; Vit. A, 7812,5 UI; Vit. B₁, 1,85mg; Vit. B₁₂, 25mcg; Vit. B₂, 4,25mg; Vit. B₆, 1,23mg; Vit. D₃, 3125 UI; Vit. E, 15,62mg; Vit. K, 1,22mg; Cobre, 9,37mg; Iodo, 0,63mg; Manganês, 57,18mg; Selênio, 0,28mg; Zinco, 72,28mg; Antioxidante, 0,5mg;

Qualidade dos ovos: No último dia de cada ciclo de postura, os ovos foram coletados, pesados e, posteriormente, foram feitas as medidas de gravidade específica

dos ovos por imersão em solução salina (1,05; 1,055; 1,06; 1,065; 1,070; 1,075 e 1,08 g/cm³), altura da gema, altura de albúmem, largura da gema e peso da gema. Os valores obtidos com estes dados foram: gravidade específica, unidade Haugh, índice gema, espessura de casca e porcentagens de albúmem, gema e casca.

Unidade Haugh: foi obtida pela relação entre o peso do ovo (g) e a altura do albúmen (mm), utilizando-se a fórmula $UH = 100 \cdot \log (H + 7,57 - 1,7W^{0,37})$, em que: H: altura do albúmen, em milímetros e W: peso do ovo, em gramas. A altura do albúmem foi tomada por micrômetro de mesa da marca AMES – S6428.

Índice gema: foi avaliado com as medidas de altura (AG) e largura da gema (LG), com auxílio de um paquímetro da marca Professional, sendo que a relação entre os dois parâmetros forneceu o índice gema, ou seja, $IG = AG/LG$.

As cascas dos ovos foram lavadas e secadas em temperatura ambiente para posterior pesagem e medição da espessura. Com a utilização de um micrometro digital foram medidas as espessuras das cascas dos ovos, sendo feitas três medidas por casca na região equatorial dos ovos.

Quantidade de Mn nos ovos (enriquecimento dos ovos): Após o final do quarto ciclo, ou seja, após 56 dias do início do experimento, três ovos de cada repetição foram coletados aleatoriamente. Os ovos inteiros, a gema e o albúmen foram pesados separadamente. Após a pesagem, foram misturadas as três gemas de cada repetição, onde foi retirada uma única amostra de gema que foi congelada a -20° C, para posterior análise de quantificação de Mn nos ovos.

A mineralização/digestão das amostras ocorreu segundo procedimento previamente desenvolvido, empregando-se forno com radiação micro-ondas modelo Multiwave 3000 Microwave Reaction System, Anton Paar GmbH – Graz (Áustria) equipado com vasos de PTFE-TFM (politetrafluoretileno, modificado).

A uma alíquota de aproximadamente 0,5 g da amostra da gema do ovo, foi adicionado 3,0 mL de H₂O₂ (30%) e 6,0 mL HNO₃ (65%) concentrado suprapur (Merck) P.A. e, em seguida, submetida a digestão em aparelho de micro-ondas.

As concentrações de manganês foram determinadas por espectrometria de absorção atômica por chama (FAAS), utilizando o aparelho GBC Avanta através de chama ar-acetileno.

Experimento 2: Avaliação da qualidade dos ovos durante o período de armazenamento.

Dois grupos de três ovos de cada repetição foram armazenados durante 0, 10 e 20 dias, sendo um grupo armazenado em refrigerador (4°C) e outro armazenado em temperatura ambiente ($28 \pm 2^{\circ}\text{C}$). A coleta dos ovos que foram armazenados foi feita nos quatro últimos dias do experimento, para reduzir alguma possível influência do enriquecimento destes ovos devido a coleta em períodos diferentes de idade das aves. Ao final do período de armazenamento foram realizadas as análises de qualidade dos ovos (unidade Haugh, índice gema, porcentagens de gema e de albúmem).

Para as análises estatísticas de desempenho, qualidade e enriquecimento dos ovos foram utilizados os procedimentos de análises de regressão polinomial e para a qualidade dos ovos durante o armazenamento foi utilizado um esquema fatorial $4 \times 3 \times 2$ (4 níveis de Mn X 3 períodos X temperaturas), todas as análises foram realizadas no programa estatístico SAS[®] (SAS 9.1, SAS institute, Cary, North Carolina, USA).

Resultados e Discussão

Os resultados de desempenho das aves que foram suplementadas com Mn orgânico na dieta estão apresentados na tabela 2 e comprovam que o consumo diário de ração, porcentagem de postura, viabilidade e conversão alimentar por dúzia e por massa de ovos não foram influenciados significativamente ($P > 0,05$) pelos níveis de suplementação estudados. No entanto, a conversão alimentar por dúzia de ovos e a porcentagem de postura ($P \leq 0,07$) tiveram tendência a melhorar com a suplementação de Mn orgânico.

O peso dos ovos teve influência quadrática ($Y = 11,6736 - 0,0077x + 0,00004088x^2$, $R^2 = 0,29$) dos tratamentos aplicados, sendo os níveis intermediários, 60 e 120 mg de Mn orgânico/kg de ração, os que apresentaram menores pesos dos ovos, e o nível 180 mg de Mn orgânico/kg de ração foi semelhante ao tratamento controle. O coeficiente de determinação da regressão do peso dos ovos explicou, apenas, 29% da variação.

Tabela 2. Médias de consumo diário de ração (CDR), porcentagem de postura (PP), peso dos ovos (PO), conversão alimentar por massa de ovos (CA), conversão alimentar por dúzia de ovos (CD) e Viabilidade. (V) das aves.

Suplementação (mg Mn/kg de ração)	CDR (g)	PO (g)	PP (%)	CA (kg/kg)	CD (kg/dz)	V (%)
0	28,60	11,66	86,73	2,84	0,397	99,48
60	28,21	11,40	92,37	2,71	0,377	99,48
120	28,45	11,29	90,39	2,72	0,376	99,44
180	28,25	11,62	91,41	2,82	0,369	99,48
CV (%)	1,67	2,17	3,96	7,12	5,94	1,42
Valor de F	0,88	4,08	3,90	0,02	3,70	0,16
Probabilidade	0,36 ^{ns}	0,03*	0,07 ^{ns}	0,89 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,69 ^{ns}

CV= Coeficiente de variação, ns = regressão não significativa ($P>0,05$), * regressão quadrática ($P<0,05$).

Concordando com os resultados obtidos no presente estudo para consumo de ração, conversão alimentar e produção de ovos, PAIK & LIM (2003), SCATOLINI (2007) e SWIATKIEWICZ & KORELESKI (2008) verificaram que a suplementação da dieta de poedeiras com Mn orgânico não afetou o desempenho das aves.

Diferentes linhagens de galinhas poedeiras suplementadas com dietas contendo níveis crescentes de Mn inorgânico não apresentaram alterações no desempenho (SAZZAD et al., 1994). Em contradição, FASSANI et al. (2000) observaram em poedeiras em segundo ciclo de produção que a suplementação com Mn inorgânico reduziu a produção de ovos e aumentou o peso dos ovos conforme se elevou os níveis de Mn na dieta.

Poedeiras alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de suplementação com Mn e Zn nas formas orgânicas e inorgânicas, obtiveram maiores valores de consumo de ração com a suplementação (SCHEIDELER et al., 2009).

Os resultados de qualidade dos ovos apresentados na tabela 3 demonstram que a suplementação da dieta das aves com Mn orgânico foi capaz de influenciar significativamente a qualidade da casca dos ovos, havendo efeito linear positivo dos tratamentos para porcentagem de casca ($y=7,58298+0,00127x$, $R^2=0,22$) e espessura de casca ($y=0,24071+0,00004447x$, $R^2=0,16$), mas o valor do R^2 não pode ser considerado alto, isto é, o modelo explicou pouco da variação ocorrida na porcentagem de casca. O fato de o Mn influenciar na qualidade da casca pode ser explicado pela

participação deste como cofator de metaloenzimas responsáveis pela síntese de carbonatos e mucopolissacarídeos presentes na casca do ovo.

As variáveis índice gema, unidade Haugh e as porcentagens de gema e albúmem não foram influenciadas significativamente ($P>0,05$) pela adição de Mn orgânico na dieta.

Tabela 3. Médias de unidade haugh (UH), índice gema (IG), porcentagens de casca (PC), albúmem (PA) e gema (PG), gravidade específica (GE), espessura de casca (EC) dos ovos das aves suplementadas com Mn orgânico.

Suplementação (mg Mn/ kg de ração)	IG	PC (%)	PA (%)	PG (%)	GE (g/cm³)	EC (mm)	UH
0	0,482	7,59	61,78	30,66	1,065	0,241	89,18
60	0,482	7,63	61,30	31,07	1,067	0,244	90,30
120	0,480	7,78	61,07	30,02	1,067	0,243	89,35
180	0,485	7,80	61,14	31,10	1,067	0,250	88,74
CV (%)	1,75	2,19	1,29	2,57	0,15	2,88	1,45
Valor de F	0,19	6,07	2,22	1,06	2,38	4,29	0,71
Probabilidade	0,67 ^{ns}	0,02*	0,15 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,05*	0,41 ^{ns}

CV= Coeficiente de variação, ns = regressão não significativa ($P>0,05$), regressão linear ($p<0,05$).

Contrariando alguns resultados obtidos no presente estudo, MABE et al. (2003), ao suplementarem a dieta de poedeiras com Mn orgânico, observaram redução no peso dos ovos e da porcentagem de casca dos ovos. SWIATKIEWICZ & KORELESKI (2008) notaram que a porcentagem e espessura da casca dos ovos não foram alteradas com a suplementação da dieta de poedeiras com Mn orgânico.

A qualidade da casca de ovos de poedeiras em final de postura, avaliada pelo método da gravidade específica, não foi alterada com a suplementação da dieta das aves com Mn e Zn orgânicos (DALE & STRONG, 1998).

Pode-se observar que a suplementação da dieta de poedeiras em segundo ciclo de postura com Mn inorgânico não melhorou os valores de unidade Haugh, mas aumentou a espessura da casca e a gravidade específica dos ovos linearmente com o aumento de Mn na dieta (FASSANI et al., 2000). A porcentagem de casca dos ovos foi aumentada com suplementação de 60 ppm de Mn inorgânico na dieta, no entanto, o peso e a espessura da casca dos ovos não foram alterados (ZAMANI et al., 2005).

Diferentes linhagens de galinhas poedeiras foram suplementadas com dietas contendo níveis crescentes de Mn na forma inorgânica e foi observado que a suplementação foi capaz de melhorar a qualidade da casca dos ovos devido ao aumento na espessura das cascas das duas linhagens (SAZZAD et al., 1994).

SCATOLINI (2009) verificou, ao suplementar a dieta das aves com 30 ppm de Mn orgânico, que no terceiro ciclo de postura, após a muda forçada, a suplementação influenciou apenas o aumento da espessura da casca dos ovos.

A qualidade de ovos de poedeiras manteve-se inalterada ao receberem suplementação contendo diferentes níveis de Mn e Zn nas formas orgânicas e inorgânicas (SCHEIDELER et al., 2009) e apenas Mn orgânico na dieta (PAIK & LIM 2003).

A suplementação de dieta das aves com Mn orgânico foi incapaz de alterar a qualidade dos ovos armazenados em diferentes temperaturas e períodos de armazenamento (Tabela 4).

Estes resultados foram semelhantes aos apresentados por SCATOLINI (2007), onde ovos de poedeiras de segundo ciclo de produção que receberam dieta suplementada com 30 ppm de Mn orgânico e armazenados durante 14 dias em temperatura ambiente, não apresentaram alterações na qualidade dos ovos.

Em todas as características de qualidade dos ovos avaliadas durante o armazenamento, houve interações significativas entre período e temperatura. No desdobramento destas interações, constatou-se que em ambos ambientes estudados, a qualidade dos ovos piorou significativamente com o aumento do período de armazenamento destes ovos, porém, no ambiente refrigerado, a qualidade dos ovos foi mantida apropriada para consumo até os 20 dias de armazenamento.

Os resultados da concentração de Mn na gema dos ovos expressos em mg de Mn/kg de gema (Tabela 5) comprovam que a suplementação da dieta das codornas com Mn orgânico aumentou a concentração do mineral na gema dos ovos ($y = 0,46241 + 0,00176x$, $R^2=0,58$). O modelo obtido para esta característica explicou grande parte (58%) da variação, considerado um valor confiável.

Tabela 4. Médias de porcentagens de albúmen (PA), de gema (PG), índice gema (IG), unidade Haugh (UH) e perda de peso (PP) dos ovos de aves suplementadas com Mn orgânico armazenados em diferentes períodos e temperaturas.

Fatores	PA (%)	PG (%)	IG	UH	PP (%)
Níveis de Mn (mg/kg de ração)					
0	59,97	32,42	0,403	83,37	2,07
60	59,86	32,49	0,407	83,88	2,42
120	60,02	32,32	0,405	83,16	2,43
180	59,91	32,44	0,401	83,21	2,42
Temperatura (°C)					
Ambiente (±28°C)	59,02B	33,34B	0,321B	79,35B	2,66B
Refrigerado(4°C)	60,86A	31,50A	0,487 ^a	87,46A	2,04A
Período (dias)					
0	60,93A	31,31A	0,488 ^a	89,48A	0,00A
10	60,00B	32,43B	0,391B	82,61B	1,50B
20	58,89C	33,51C	0,332C	78,13C	3,21C
Probabilidade					
Níveis (N)	NS	NS	NS	NS	NS
Períodos (P)	*	*	*	*	*
Temperatura (T)	*	*	*	*	*
N X P	NS	NS	NS	NS	NS
N X T	NS	NS	NS	NS	NS
P X T	*	*	*	*	*
CV (%)	2,10	3,79	3,70	2,84	23,27

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey (5%), NS = não significativo ($P>0,05$), * $<0,0001$

Tabela 5. Concentração de Mn na gema de ovos de codornas suplementadas com Mn orgânico.

Níveis de Mn (mg/kg de ração)	Concentração de Mn na gema (mg/kg de gema)	Incorporação de Mn na gema (%)
0	0,47	-
60	0,59	25,53
120	0,60	27,66
180	0,82	74,47
CV (%)	16,85	-
Valor de F	30,55	-
Probabilidade	0,0001*	-

CV= Coeficiente de variação, * regressão linear significativa ($P<0,05$).

Os resultados do presente estudo são semelhantes com os obtidos por MABE et al. (2003), que forneceram dietas com suplementação de Mn orgânico e inorgânico nos níveis 0; 30 e 60 ppm para galinhas poedeiras e observaram que as aves que receberam 60 ppm depositaram maior quantidade do mineral na gema do ovo em relação ao tratamento controle.

Conclusões

A suplementação da dieta das codornas com Mn orgânico melhorou a qualidade da casca dos ovos, reduziu o peso dos ovos nos níveis 60 e 120 mg de Mn/kg de ração e foi eficiente em incorporar o mineral na gema dos ovos, tornando este alimento com melhores qualidades nutricionais. A qualidade dos ovos durante os períodos de armazenamento piorou, mas os ovos armazenados sob refrigeração mantiveram a qualidade apropriada para consumo.

Referências bibliográficas

DALE, N.; STRONG, C. F. Inability to demonstrate an effect of eggshell#49 on shell quality in older laying hens. **Journal Applied Poultry Research**, v. 7, p. 219-224, 1998.

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

FRIEDMAN, B. J.; FREELAND-GRAVES, J. H.; BALES, C. H.; BEHMARDI, F.; SHOREY-KUTSCHKE, R. L.; WILLIS, R. A.; CROSBY, J. B.; TRICKETTAND, P. C.; HOUSTON, S. D. Manganese Balance and Clinical Observations in Young Men Fed a Manganese-Deficient Diet. **Journal of Nutrition**, v. 117, p. 133-143, 1987.

LEACH JR., R. M.; GROSS, J. R. The effect of manganese deficiency upon the ultrastructure of the eggshell. **Poultry Science**, v. 62, n. 3, p. 499-504, 1983.

MABE, I.; RAPP, C.; BRAIN, M. M.; NYS, Y. Supplementation of a corn-soybean diet of manganese, copper, and zinc from organic and inorganic sources improves eggshell quality in aged laying hens. **Poultry Science**, v. 82, p. 1903-1913, 2003.

MÜLLER, O.; KRAWINKEL, M. Malnutrition and health in developing countries. **Canadian Medical Association Journal**, v. 173, n. 3, p. 279-286, 2005.

MURAKAMI, A. E.; MORAES, V. M. B.; ARIKI, J.; JUNQUEIRA, O. M.; KRONKA, S. M. Níveis de proteína e energia em rações para codornas (*Coturnix coturnix japonica*) em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 22, n. 4, p.541-551, 1993.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of poultry. Washington, D.C.: National Academy Press, 9.rev.ed, 1994, 155p.

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-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 16, p.1804–1808, 2003.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2005. 186p.

SAZZAD, H. M., BERTECHINI, A. G.; NOBRE, P. T. C. Egg production, tissue deposition and mineral metabolism in two strains of commercial layers with various level of manganese in diet. **Animal Feed Science and Technology**, v. 46, n. 3– 4, p. 271– 275, 1994.

SCHEIDELER, S. E.; WEBER, P.; KRISHNAN, P. Effect of zinc and manganese supplementation from inorganic source on egg quality parameters in White Leghorn hens. In: POULTRY SCIENCE ANNUAL MEETING, 98., 2009, Raleigh. **Anais...** Raleigh: Poultry Science Association, 2009. p.199.

SCATOLINI, A. M. **Mn, Zn e Se associados a moléculas orgânicas na alimentação de galinhas poedeiras em segundo ciclo de produção.** 2007. 51 f, Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

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.

ZAMANI, A.; RAMAHNI, H. R.; POURREZA, J. Supplementation of a corn-soybean meal diet with manganese and zinc improve eggshell quality in laying hens. **Pakistan Journal of Biological Science**, v. 8, n. 9, p. 1311-1317, 2005.

WIBERG, J. S.; NEUMAN, W. F. The binding of bivalent metals by deoxyribonucleic and ribonucleic acids. **Archives Biochemistry Biophysics**, v. 72, p. 66, 1957.