

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE AQUIDAUANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

LICOPENO E MINERAIS ORGÂNICOS NA
ALIMENTAÇÃO DE POEDEIRAS

Acadêmica: Flavia Kleszcz da Cruz

Aquidauana - MS
Fevereiro/2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE AQUIDAUANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

LICOPENO E MINERAIS ORGÂNICOS NA
ALIMENTAÇÃO DE POEDEIRAS

Acadêmica: Flavia Kleszcz da Cruz
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Elis Regina de Moraes Garcia

“Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal no Cerrado-Pantanal, da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia”

Aquidauana - MS
Fevereiro/2013

C962L Cruz, Flavia Kleszcz

Licopeno e minerais orgânicos na alimentação de poedeiras/
Flavia Kleszcz da Cruz. Aquidauana, MS: UEMS, 2013.
50p.; 30 cm

Dissertação (Mestrado) – Zootecnia – Universidade
Estadual de Mato Grosso do Sul, 2013

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Elis Regina de Moraes Garcia.

1.Poedeira 2.Alimentação 3. Minerais orgânicos I. Título.

CDD 20.ed. 636.5



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
PRODUÇÃO ANIMAL NO CERRADO-PANTANAL



FLAVIA KLESZCZ DA CRUZ

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal no Cerrado-Pantanal, como requisito para obtenção do grau de Mestra em Zootecnia.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 06/02/2013.

Dra. Elis Regina de Moraes Garcia (UEMS),
Orientadora.

Dra. Karina Márcia Ribeiro de Souza (UFMS).

Dra. Tânia Mara Baptista dos Santos (UEMS).

Dedico este trabalho aos meus pais Milton José da Cruz e Márcia Lúcia Kleszcz da Cruz, ao meu irmão Luiz Fernando, a minha avó Diles e ao meu avô Manoel pelo apoio, força e confiança a mim depositada.

Aos meus amigos e familiares que sempre torceram pelo meu sucesso e a quem pude recorrer nos momentos mais difíceis.

AGRADECIMENTOS

A Deus por me conceder o dom da vida.

À Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul pela oportunidade de realizar o curso de pós-graduação em zootecnia.

À CAPES, pela concessão da bolsa.

Aos meus pais pelo apoio, incentivo, compreensão, dedicação e aos inúmeros esforços por eles realizados, e sem medidas, para que eu aqui chegasse.

À Carmem, Domingos e a Alexandra que sempre acreditaram em mim, me encorajando e mostrando que tudo é possível, que apenas é necessário ter força e nunca desistir.

À professora Dr^a. Elis Regina de Moraes Garcia pela sua orientação, confiança e incentivo, durante seis anos, sendo esta responsável pelo meu crescimento pessoal e científico.

A todos os professores pela enorme contribuição para minha formação, em especial a Prof^a. Dr^a. Cristiane de Almeida Neves Xavier, Prof^a. Msc. Nanci Cappi e Prof. Dr. André Luiz Julien Ferraz pela contribuição no decorrer do experimento.

A todos que direta ou indiretamente colaboraram na execução deste trabalho, em especial aos meus amigos e companheiros de todas as horas: João, Kelly, Laura, Naiara, Natália, Paula, Robson, Rosemary, Rosileide e William.

Ao Allison Manoel pelo imenso carinho e companheirismo.

Aos funcionários da UEMS pelo auxílio, disponibilidade e paciência durante as atividades desenvolvidas, em especial Carmelita e Vado (*in memoriam*).

SUMÁRIO DE TABELAS

	Página
CAPÍTULO II	
Tabela 1. Composições percentual e calculada das rações experimentais	22
Tabela 2. Consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), porcentagem de postura (PP), massa dos ovos (MO) e ovos viáveis (OV) de poedeiras semipesadas alimentadas com diferentes fontes de minerais e níveis de licopeno	25
Tabela 3. Desdobramento da interação entre as fontes de minerais e os níveis de licopeno para a variável consumo de ração (g/ave/dia)	26
Tabela 4. Peso do ovo (PO), unidade Haugh (UH), índice de gema (IG), coloração de gema (CG), pH do albúmen e da gema, espessura da casca (EC) e gravidade específica (GE) de ovos provenientes de poedeiras semipesadas alimentadas com diferentes fontes de minerais e níveis de licopeno	29
Tabela 5. Desdobramento da interação entre as fontes de minerais e os níveis de licopeno para os valores de unidade Haugh	30
CAPÍTULO III	
Tabela 1. Composições percentual e calculada das rações experimentais	37

Tabela 2.	Valores de TBARS, unidade Haugh (UH), índice de gema (IG), coloração de gema (CG), pH do albúmen e da gema de ovos provenientes de poedeiras semipesadas alimentadas com diferentes fontes de minerais (FM) e níveis de licopeno (NL) armazenados em temperatura ambiente por diferentes períodos de armazenamento (PA) ($\pm$ erro padrão)	40
Tabela 3.	Desdobramento da interação entre as fontes de minerais e os períodos de armazenamento para a coloração de gema	41
Tabela 4.	Valores de TBARS, unidade Haugh (UH), índice de gema (IG), coloração de gema (CG), pH do albúmen e da gema de ovos provenientes de poedeiras semipesadas alimentadas com diferentes fontes de minerais (FM) e níveis de licopeno (NL) armazenados sob refrigeração por diferentes períodos de armazenamento (PA) ($\pm$ erro padrão)	43
Tabela 5.	Desdobramento da interação entre os níveis de licopeno e os períodos de armazenamento para a coloração de gema	44
Tabela 6.	Desdobramento da interação entre os níveis de licopeno e os períodos de armazenamento para o pH da gema	44

SUMÁRIO

	Página
Resumo	x
Abstract	xii
CAPÍTULO I	
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo Geral	3
2.2. Objetivos Específicos	3
3. REVISÃO DE LITERATURA	3
3.1. Importância dos Minerais para Poedeiras	4
3.1.1. Manganês	5
3.1.2. Zinco	6
3.1.3. Selênio	7
3.1.4. Ferro	8
3.1.5. Cobre	8
3.2. Antioxidantes	9
3.2.2. Licopeno	12
4. REFERÊNCIAS	13
CAPÍTULO II	
LICOPENO E MINERAIS ORGÂNICOS NA ALIMENTAÇÃO DE POEDEIRAS: DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E QUALIDADE DOS OVOS	18
RESUMO	18
INTRODUÇÃO	19
MATERIAL E MÉTODOS	20

RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
CONCLUSÕES	30
REFERÊNCIAS	30
CAPÍTULO III	
QUALIDADE E ESTABILIDADE DOS OVOS DE POEDEIRAS ALIMENTADAS COM LICOPENO E MINERAIS ORGÂNICOS	33
RESUMO	33
ABSTRACT	34
INTRODUÇÃO	35
MATERIAL E MÉTODOS	36
RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
CONCLUSÃO	46
REFERÊNCIAS	46
CAPÍTULO IV	
CONSIDERAÇÕES FINAIS	50

Resumo

O presente estudo teve por objetivo avaliar o efeito da utilização do licopeno e de minerais orgânicos em rações para poedeiras sobre o desempenho zootécnico, a qualidade e a estabilidade dos ovos. Foram utilizadas 288 poedeiras com 58 semanas de idade, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 3 (fontes de minerais x níveis de licopeno) com seis tratamentos, seis repetições e oito aves por unidade experimental. As rações experimentais foram: Ração contendo minerais inorgânicos sem a adição de licopeno; Ração contendo minerais inorgânicos com a adição de licopeno (400 mg/kg); Ração contendo minerais inorgânicos com a adição de licopeno (800 mg/kg); Ração contendo minerais orgânicos sem a adição de licopeno; Ração contendo minerais orgânicos com a adição de licopeno (400 mg/kg); Ração contendo minerais orgânicos com a adição de licopeno (800 mg/kg). As variáveis analisadas foram: consumo de ração, porcentagem de postura, massa dos ovos, conversão alimentar (kg/kg e kg/dz), ovos viáveis, peso do ovo, porcentagens de casca, albúmen e gema, espessura da casca, gravidade específica, unidade Haugh, índice e coloração de gema, pH do albúmen e da gema. No final do último ciclo, durante cinco dias, todos os ovos produzidos foram coletados. A cada dia foram selecionados, com base na ausência de rachaduras, manchas ou sujeiras na casca, 12 ovos de cada tratamento. Posteriormente estes foram identificados, colocados em bandeja de papelão, e acondicionados em diferentes ambientes de conservação (temperatura ambiente e refrigerado) e submetidos a diferentes períodos de armazenamento (0, 15 e 30 dias). Foram avaliados: a unidade Haugh, o índice e a coloração de gema, o pH do albúmen, o pH da gema e a oxidação lipídica (TBARS). Os dados foram submetidos à análise de variância e para a comparação entre as médias foi utilizado o Teste de Tukey ($P < 0,05$). Os dados revelaram interação entre a fonte de mineral e o nível de licopeno para o consumo de ração e a unidade Haugh. A inclusão de mineral orgânico às rações das poedeiras promoveu maior consumo de ração quando comparada à fonte inorgânica. Por outro lado, quando a fonte mineral utilizada foi inorgânica com a associação de 400 mg de licopeno, o consumo das aves foi similar àquelas que receberam fonte orgânica. Avaliando a porcentagem de

postura e a massa dos ovos, observou-se efeito isolado das fontes de minerais e dos níveis de licopeno, de forma que a utilização do mineral orgânico ou a adição de 400 mg de licopeno/kg de ração aumentaram os valores para essas variáveis. Em relação a qualidade dos ovos pode-se observar que quanto maior a quantidade de licopeno adicionada à ração maior a intensidade de coloração da gema. Quando os ovos foram armazenados em temperatura ambiente não se observou efeito isolado das diferentes fontes de minerais e dos níveis de licopeno sobre as variáveis: valores de TBARS, unidade Haugh, índice e coloração de gema, pH do albúmen e da gema. Já os ovos mantidos sob refrigeração mantiveram os valores de TBARS, índice e coloração de gema estáveis com o progresso do período de armazenamento. Conclui-se que a adição de minerais orgânicos ou de 400 mg de licopeno às rações melhora o desempenho produtivo de poedeiras semipesadas com 58 semanas de idade. No entanto, a qualidade e a estabilidade dos ovos não é influenciada pelas fontes minerais (orgânica e inorgânica) e níveis de licopeno (400 e 800 mg), exceto a coloração de gema e a unidade Haugh que aumentam com a adição de 800 mg licopeno/kg de ração e com a associação de minerais orgânicos a 800 mg de licopeno/kg de ração respectivamente. O aumento do período de estocagem prejudica a qualidade dos ovos de poedeiras semipesadas, em ambas as condições de armazenamento.

Palavras-chave: antioxidante natural, desempenho zootécnico, estabilidade oxidativa, qualidade do ovo

Abstract

The present study aimed to evaluate the effect of the use of lycopene and organic minerals in diets for laying hens on live performance, quality and stability of eggs. A total of 288 hens, 58 weeks of age, distributed in a completely randomized design in a factorial 2 x 3 factorial (mineral sources x lycopene levels) with six treatments and six replicates of eight birds each. The experimental diets were: Feed containing inorganic minerals without the addition of lycopene; Feed containing inorganic minerals with the addition of lycopene (400 mg/kg); Feed containing inorganic minerals with the addition of lycopene (800 mg/kg); Feed containing minerals organic without the addition of lycopene; Feed containing minerals organic with the addition of lycopene (400 mg/kg); Feed containing minerals organic with the addition of lycopene (800 mg/kg). The variables analyzed were: feed intake, egg production, egg mass, feed conversion (kg/kg and kg/dz), viable eggs, egg weight, percentage shell, albumen and yolk, shell thickness, specific gravity, Haugh unit, yolk index and color, pH of albumen and yolk. At the end of the last cycle, for five days, all eggs were collected. Every day were selected based on the absence of cracks, smudges or smears in the peel, 12 eggs from each treatment. Later they were identified, placed in cardboard tray, and packed in different environments conservation (ambient and chilled) and submitted to different storage periods (0, 15 and 30 days). Were evaluated: Haugh unit, index and yolk color, albumen pH, yolk pH and lipid oxidation (TBARS). Data were subjected to analysis of variance and to compare the mean was used Tukey test ($P < 0.05$). The data revealed interaction between the mineral source and level of lycopene in feed intake and Haugh unit. The inclusion of mineral to organic diets of laying hens promoted greater feed intake when compared to inorganic source. On the other hand, when the inorganic mineral source was used with the combination of 400 mg lycopene consumption of the hens was similar to those that received organic source. Evaluating egg production and egg mass, there was isolated effect of the sources of minerals and levels of lycopene, so that the use of mineral or organic addition of 400 mg lycopene/kg of diet increased values for these variables. Regarding the quality of the eggs can be seen that the greater the amount of lycopene added to the ration greater the color intensity of the

yolk. When eggs were stored at room temperature not observed isolated effect of different sources of minerals and levels of lycopene on the variables: TBARS values, Haugh unit, index and yolk color, pH albumen and pH yolk. Already eggs stored under refrigeration remained TBARS values, index and yolk color stable with the progress of the storage period. It is concluded that addition of organic minerals or 400 mg lycopene feed to improve the productive performance of laying hens at 58 weeks of age. However, the quality and stability of eggs is not influenced by mineral sources (organic and inorganic) and lycopene levels (400 and 800 mg), except the color of yolk and Haugh unit which increase with the addition of 800 mg lycopene/kg ration and with the combination of organic minerals to 800 mg lycopene/kg diet respectively. The increased storage time affects the quality of the eggs of laying hens at both storage conditions.

Key words: egg quality, natural antioxidant, oxidative stability, productive performance

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO

O ovo é um alimento nutricionalmente completo com elevado valor nutritivo, que já vem embalado e apresenta baixo custo, o que o torna acessível a todas as classes sociais. No entanto, para que os ovos possam continuar sendo uma das bases da alimentação humana, estes produtos devem manter duas condições fundamentais: baixo custo e elevada qualidade nutricional.

A genética, a idade da ave, o ambiente e a nutrição são alguns fatores que podem influenciar a qualidade dos ovos. No entanto, uma das mais importantes limitações nutricionais para poedeiras é a deficiência de minerais, uma vez que as matérias primas (milho e soja) utilizadas na fabricação das rações, geralmente, não atendem as exigências dos animais.

Para se obter uma boa nutrição é necessário que o animal receba quantidades adequadas de nutrientes, incluindo-se os minerais, que são considerados de grande importância para as aves, pois participam de todos os processos bioquímicos corporais (SECHINATO et al., 2006).

As fontes minerais utilizadas nas rações de poedeiras são geralmente, oriundas de compostos inorgânicos. Tendo em vista as incertezas relacionadas à absorção e utilização desses minerais, os níveis fornecidos nas dietas são frequentemente superiores aos mínimos exigidos para otimizar o desempenho, resultando em excesso de fornecimento.

Atualmente no mercado encontram-se disponíveis minerais nas formas orgânicas e inorgânicas. Os minerais orgânicos são combinações de um ou mais minerais com substâncias orgânicas, como aminoácidos, carboidratos ou até mesmo proteínas. Esses minerais apresentam maior biodisponibilidade, são transportados mais facilmente e armazenados por mais tempo que os correspondentes inorgânicos (MAIORKA & MACARI, 2002).

Os minerais orgânicos usualmente são mais caros quando comparados com fontes inorgânicas do mesmo mineral e, tradicionalmente o aumento na inclusão destas fontes inorgânicas é considerado mais econômico. Entretanto, há indicações de que, em algumas situações, os minerais orgânicos podem atingir fins biológicos que os inorgânicos não podem (VIEIRA, 2005).

35 Como todos os produtos naturais de origem animal, o ovo também é
36 perecível e começa a perder sua qualidade interna após a postura. A perda da
37 qualidade é inevitável e esta é dependente dos aspectos internos e externos.
38 Os ovos embalados inadequadamente, expostos a correntes de vento e a
39 agentes contaminantes, estocados sob temperatura elevada e baixa umidade
40 têm alterações bioquímicas do albúmen mais aceleradas e estão mais
41 propensos à contaminação por agentes patogênicos estando também
42 susceptíveis a um alto processo de oxidação de substâncias orgânicas,
43 reduzindo assim sua vida de prateleira (MOURA et al., 2008).

44 As características de ovos frescos mudam durante o armazenamento,
45 sendo influenciadas pela temperatura e condições ambientais. Além disso, é de
46 conhecimento que o peso do ovo e a porcentagem de gema aumentam com a
47 idade das aves, enquanto que a casca e o albúmen diminuem, interferindo
48 negativamente sobre a qualidade dos ovos (GARCIA & MAZALLI, 2003).

49 Segundo Santos (2005), os ovos estocados e mantidos a temperatura
50 ambiente apresentaram menores índices de coloração da gema crua em
51 comparação aos refrigerados desvalorizando o produto, já que o consumidor
52 geralmente associa a cor a valores nutricionais, principalmente o teor de
53 vitaminas.

54 Tendo em vista que o ovo apresenta alto conteúdo de ácidos graxos
55 insaturados, os quais são mais propensos à oxidação lipídica, vários estudos
56 têm sido realizados utilizando antioxidantes naturais ou biológicos na
57 alimentação de poedeiras, entre eles destacam-se a vitamina E, os compostos
58 fenólicos e os carotenóides, com o intuito de manter a qualidade e aumentar a
59 vida de prateleira já que os ovos podem sofrer processo de deterioração por
60 processos oxidativos durante sua estocagem.

61 O licopeno além de um ótimo pigmentante é considerado como o
62 carotenóide que possui a maior capacidade sequestrante de oxigênio,
63 possivelmente devido à presença das duas ligações duplas não conjugadas, o
64 que lhe oferece maior reatividade (SHAMI & MOREIRA, 2004). Sua função
65 como antioxidante na alimentação de poedeiras ainda é pouco estudada,
66 contudo espera-se que sua ação possa proporcionar a manutenção da
67 qualidade, por meio do retardo ou prevenção da oxidação lipídica dos ovos.

68

69 2. OBJETIVOS

70

71 2.1. Objetivo Geral

72

73 Avaliar o efeito do licopeno e de minerais orgânicos em rações para
74 poedeiras sobre o desempenho zootécnico, a qualidade e a estabilidade dos
75 ovos.

76

77 2.2. Objetivos Específicos

78

79 • Avaliar o efeito do licopeno e de minerais orgânicos sobre o
80 desempenho de poedeiras, por meio das seguintes variáveis: consumo de
81 ração, porcentagem de postura, massa de ovos e conversão alimentar (kg/kg e
82 kg/dz).

83 • Avaliar a qualidade de ovos de poedeiras alimentadas com licopeno e
84 minerais orgânicos por meio das seguintes variáveis: peso médio, gravidade
85 específica, porcentagens de casca, albúmen e gema, pH do albúmen e da
86 gema, unidade Haugh, índice e coloração de gema e espessura da casca.

87 • Avaliar o efeito do tempo e do ambiente de conservação sobre a
88 qualidade e a estabilidade dos ovos de poedeiras alimentadas com licopeno e
89 minerais orgânicos por meio das análises de unidade Haugh, índice e
90 coloração de gema, pH do albúmen e da gema e oxidação lipídica.

91

92 3. REVISÃO DE LITERATURA

93

94 Na avicultura de postura comercial existe uma grande diversidade de
95 sistemas de produção para atender as necessidades do mercado (MAZZUCO,
96 2006). A confiança do consumidor e a competitividade da cadeia são
97 conquistadas quando há garantia da qualidade do produto e o conjunto de
98 características inerentes ao ovo é que determina seu grau de aceitabilidade.
99 (MAZZUCO, 2008).

100 O principal problema relacionado à qualidade do ovo é a sua
101 manutenção nos locais de comercialização. Dessa forma, o grande desafio na
102 produção de poedeiras está em minimizar as perdas relacionadas às

103 qualidades externa e interna dos ovos, proporcionando menores prejuízos ao
104 produtor e melhoria no produto final, a fim de atender as exigências do
105 consumidor.

106

107 **3.1. Importância dos Minerais para Poedeiras**

108

109 A otimização do metabolismo e a maximização do desempenho das
110 aves dependem de uma nutrição adequada. Aproximadamente 50 substâncias
111 são necessárias para o funcionamento normal do organismo, no entanto, parte
112 destas substâncias não pode ser sintetizada ou é sintetizada em quantidades
113 insuficientes para o perfeito funcionamento metabólico das aves. Dentre essas
114 substâncias, que são denominadas nutrientes essenciais, estão os minerais
115 (RUTZ et al., 2007).

116 Os minerais são classificados em macro e microminerais ou elementos
117 traços. Esta classificação está relacionada com as concentrações dos
118 elementos nos tecidos que, de certa forma, indicam as suas necessidades
119 orgânicas (BERTECHINI, 2006).

120 A nutrição mineral da poedeira está intimamente relacionada com a
121 qualidade da casca do ovo, por isso deve ser fornecida em níveis adequados
122 para produzir ovos de boa qualidade.

123 Nutricionistas têm utilizado na alimentação de aves minerais na forma
124 inorgânica, e estes ao alcançarem o trato gastrointestinal devem ser
125 inicialmente solubilizados para liberarem íons e serem absorvidos. No entanto,
126 estando na forma iônica os minerais podem se complexar com outros
127 componentes da dieta, dificultando a absorção ou tornando-os indisponíveis
128 aos animais. Tendo em vista estas incertezas, os níveis de minerais fornecidos
129 nas dietas são frequentemente superiores aos mínimos exigidos para otimizar
130 o desempenho, resultando em excesso de fornecimento (RUTZ et al., 2007).

131 Por outro lado, os minerais orgânicos são absorvidos pelos carreadores
132 intestinais de aminoácidos e peptídeos e não por transportadores intestinais
133 clássicos de minerais, evitando a competição entre minerais pelos mesmos
134 mecanismos de absorção. Dessa forma, não só a biodisponibilidade é superior,
135 mas os minerais na forma orgânica são prontamente transportados para os

136 tecidos, onde permanecem armazenados por períodos mais longos que os
137 inorgânicos (RUTZ et al., 2007).

138 Muitos estudos têm sido realizados avaliando o efeito da
139 suplementação de minerais orgânicos e inorgânicos, individualmente ou em
140 associação (PAIK, 2001; MABE et al., 2003; SECHINATO et al., 2006;
141 MEDEIROS et al., 2009; SALDANHA et al., 2009; MACIEL et al., 2010).
142 Entretanto, os resultados da literatura em relação à adição de diferentes fontes
143 de minerais em dietas para poedeiras comerciais ainda são controversos.

144

145 **3.1.1. Manganês**

146

147 A suplementação deste microelemento inorgânico em dietas à base de
148 milho e farelo de soja tem levado a interações com fitatos presentes, reduzindo
149 sua disponibilidade para a ave. Além desse fato, rações com altos teores de
150 cálcio, normalmente utilizadas para poedeiras, podem interferir no
151 aproveitamento desse micromineral (FASSANI et al., 2000).

152 O manganês é ativador metálico das enzimas envolvidas na síntese de
153 mucopolissacarídeos e glicoproteínas que contribuem na formação da matriz
154 orgânica dos ossos e da casca dos ovos (NYS et al., 2003), é essencial para o
155 desenvolvimento normal dos ossos, manutenção do funcionamento do
156 processo reprodutivo em machos e fêmeas e responsável pela ativação de
157 várias enzimas (UNDERWOOD, 1981). No organismo das aves, o osso é a
158 fonte mais rica em manganês, com cerca de 3 a 4 µg/g de tecido, seguido pelo
159 fígado com 2 µg/g (LEESON & SUMMERS, 2001).

160 Ao retirar os minerais traços da dieta de poedeiras comerciais por 10
161 dias, Abdallah et al. (1994) observaram que o manganês parece ser o mineral
162 traço mais crítico para a qualidade da casca do ovo. A carência de manganês
163 resulta em cascas com menor número de cones de boas dimensões na base
164 mamilar, devido à fusão da base dos vários cones primários, além de cascas
165 mais fracas e maior incidência de áreas translúcidas (VICENZI, 1996).

166 A deficiência de manganês na dieta aumenta a incidência de ovos de
167 casca fina. Leach Junior & Gross (1983) observaram defeitos e menor peso da
168 casca, e diminuição na produção de ovos de galinhas com deficiência dietética
169 de manganês.

170 A eficiência de absorção do manganês é bastante baixa. Outros
171 minerais como cálcio, fósforo e ferro podem reduzir a solubilidade do
172 manganês e inibir sua absorção. O manganês compete pelos sítios de
173 absorção de ferro e cobalto no enterócito (LEESON & SUMMERS, 2001).

174 Entretanto, a utilização de manganês na forma orgânica em
175 substituição a forma inorgânica, pode resultar em nenhuma melhoria para
176 porcentagem de casca de ovos de poedeiras (MABE, 2001; AGUIAR et al.,
177 2009).

178

179 **3.1.2. Zinco**

180

181 O zinco é componente de algumas metaloenzimas tais como
182 superóxido-dismutase, anidrase carbônica, álcool-desidrogenase,
183 carboxipeptidase, fosfatase alcalina, DNA e RNA polimerases, com efeitos nos
184 metabolismos dos carboidratos, lipídios, proteínas e ácidos nucleicos (NRC,
185 2001).

186 O zinco apresenta funções importantes no organismo, tais como
187 fixação do cálcio sob a forma de carbonato de cálcio nos ossos e nos ovos, e
188 ativação dos sistemas enzimáticos (PARK et al., 2004). Como constituinte de
189 metaloenzimas desempenha papel importante na qualidade da casca, pois está
190 diretamente relacionado com a atividade da anidrase carbônica que controla a
191 transferência de íons bicarbonato do sangue para a glândula da casca (MABE,
192 2001). Outro papel do zinco está relacionado com a manutenção da
193 integridade das membranas biológicas, resultando em sua proteção contra
194 danos oxidativos.

195 A absorção de zinco ocorre principalmente no intestino delgado, e a
196 taxa de absorção está entre 15 e 40%. Os tecidos muscular e ósseo são os
197 principais tecidos de reserva de zinco e possuem capacidade de liberar
198 possíveis excedentes em condições de deficiência na dieta (EMMERT &
199 BAKER, 1995; UNDERWOOD, 1999; LEESON & SUMMERS, 2001).

200 Agentes quelantes, como o fitato, podem interagir com o zinco e afetar
201 a sua biodisponibilidade (AMMERMAN et al., 1998). Por outro lado,
202 aminoácidos como a histidina e a cisteína podem agir como facilitadores na
203 absorção, aumentando a disponibilidade de zinco (CLYDESDALE, 1998).

204 Resultados obtidos por Klecker et al. (2002) demonstraram que a
205 substituição de 20 ou 40% de manganês e zinco inorgânicos por fontes
206 orgânicas melhorou significativamente o desempenho de poedeiras entre 20 a
207 60 semanas de idade.

208 A adição de zinco-metionina à dieta, comparada com o óxido de zinco,
209 para galinhas de postura provoca redução nos problemas da casca dos ovos e
210 aumento da resistência à quebra e da atividade da anidrase carbônica, que é a
211 principal enzima responsável pela síntese do carbonato de cálcio da casca dos
212 ovos. Klecker et al. (1997) e Lundeen (2001) demonstraram melhoria da
213 qualidade da casca dos ovos de poedeiras que receberam dietas
214 suplementadas com manganês e zinco quelatados, comparadas com dietas
215 suplementadas com as formas inorgânicas destes minerais.

216

217 **3.1.3. Selênio**

218

219 O selênio se caracteriza por uma versátil capacidade de oxiredução, e
220 atua como parte integrante de enzimas tais como a glutathione-peroxidase
221 (responsável pela remoção de peróxidos) e a iodoironina-deiodinase
222 (conversão da tiroxina para sua forma ativa) (McDONALD et al., 2002).

223 De acordo com Leeson & Summers (2001), uma das principais funções
224 do selênio é a participação do elemento na enzima glutathione peroxidase que
225 oxida a glutathione e destrói os peróxidos, prevenindo o ataque destes aos
226 ácidos graxos poli-insaturados presentes nas membranas lipídicas. A glutathione
227 -peroxidase contém quatro átomos de selênio e forma a segunda linha de
228 defesa de proteção das membranas celulares depois da vitamina E
229 (McDONALD et al., 2002). Assim, a deficiência de selênio torna as células mais
230 susceptíveis ao processo oxidativo, além de aumentar a necessidade de
231 vitamina E (KOHRLER et al., 2000).

232 Estudos realizados com poedeiras semipesadas suplementadas com
233 selênio orgânico demonstraram melhoria na qualidade do albúmen (avaliada
234 por meio da unidade Haugh) indicando, provavelmente, uma ação permissiva
235 do selênio orgânico. Esta resposta pode contribuir para o aumento do tempo de
236 prateleira e melhor aceitação pelo consumidor, que desejam ovos mais frescos
237 por mais tempo (PAN et al., 2010).

238 De maneira semelhante, Rutz et al. (2007) observaram aumento na
239 qualidade do albúmen e melhoria significativa na coloração da gema, indicando
240 o efeito positivo na absorção e/ou proteção de substâncias lipossolúveis pelo
241 selênio orgânico.

242

243 **3.1.4. Ferro**

244

245 O ferro é o mineral responsável, entre outras funções, pela formação
246 de um quelato na forma de porfirina com globina, a hemoglobina, que
247 transporta o oxigênio para os tecidos (MAYNARD, 1984). Segundo Underwood
248 (1999), a absorção de ferro nos monogástricos é influenciada pela idade; nível
249 de ferro no organismo; condições do trato gastrointestinal, particularmente do
250 duodeno, que é o principal sítio de absorção; quantidade e forma química do
251 ferro ingerido; e quantidade e proporção de outros minerais e compostos na
252 dieta, os quais podem interagir com o micromineral. Os metais divalentes que
253 afetam a absorção de ferro na dieta são o cobre, manganês e cobalto, os quais
254 podem competir pelo seu sítio de absorção.

255 Em condições fisiológicas normais a excreção de ferro é mínima e a
256 maior parte deste mineral contida nas fezes é proveniente do ferro não
257 absorvido da dieta (ALBUQUERQUE, 2004).

258 De acordo com Cao et al. (1996), as galinhas poedeiras possuem
259 maior necessidade de ferro na dieta, pois cada ovo possui cerca de 1,5 mg, o
260 que representa 25% das reservas disponíveis no fígado.

261 Spears et al. (1992) compararam fontes de ferro-metionina com fontes
262 inorgânicas e concluíram, por meio da concentração de hemoglobina, que a
263 biodisponibilidade do ferro orgânico foi de 180% em relação às formas
264 inorgânicas consideradas como 100%. No entanto, Sechinato (2003) não
265 observou efeito da suplementação dietética de ferro na forma orgânica sobre o
266 desempenho de poedeiras no primeiro ciclo produtivo.

267

268 **3.1.5. Cobre**

269

270 O cobre é essencial para reprodução, crescimento, desenvolvimento do
271 tecido conectivo e pigmentação da pele. É um componente de proteínas

272 sanguíneas como a eritrocupreína, encontrada nos eritrócitos, exercendo
273 função em muitos sistemas enzimáticos e, também, é essencial para a
274 formação normal dos ossos, como ativador da lisil oxidase, enzima que
275 participa da biossíntese de colágeno (UNDERWOOD, 1999; LEESON &
276 SUMMERS, 2001).

277 O cobre também está presente no sítio ativo de algumas enzimas que
278 catalisam reações orgânicas oxidativas, como por exemplo, citocromo-oxidase,
279 enzima oxidase terminal na cadeia respiratória, que catalisa a redução de O₂
280 para água (McDOWELL, 1992).

281 Além disso, desempenha uma função importante na formação da
282 matriz da casca dos ovos e, por sua vez, influencia a estrutura, a textura e a
283 forma da casca dos ovos (BAUMGARTNER et al., 1978).

284 Dietas com deficiência deste mineral são responsáveis por ossos
285 frágeis e cartilagens espessas, assim como, ovos com cascas frágeis pela má
286 formação da membrana da casca ou até mesmo ovos sem casca (VICENZI,
287 1996; GUO et al., 2001; LEESON & SUMMERS, 2001).

288 Avaliando o efeito da suplementação dietética de fontes orgânicas de
289 cobre, Albuquerque (2004) concluiu que sua suplementação não influenciou o
290 desempenho de poedeiras no primeiro ciclo produtivo.

291 Aumento na biodisponibilidade do cobre em fontes orgânicas, quando
292 comparadas às fontes inorgânicas, foi observado por Baker et al. (1991) por
293 meio de comparações da quantidade de cobre acumulado no fígado de
294 pintainhos. Resultados semelhantes foram relatados por Ammerman et al.
295 (1998) que, ao alimentarem poedeiras durante duas semanas com as formas
296 orgânicas e inorgânicas de cobre avaliando a biodisponibilidade por meio da
297 deposição no fígado, concluíram que a fonte orgânica cobre-lisina foi mais
298 disponível que a forma inorgânica sulfato de cobre.

299

300 **3.2. Antioxidantes**

301

302 Os principais antioxidantes sintéticos utilizados são os fenóis, por
303 exemplo, o butilhidroxianisol (BHA) e o butilhidroxitolueno (BHT). A eficácia de
304 um antioxidante está relacionada com muitos fatores, como a energia de
305 ativação, as constantes de velocidade, o potencial de óxido-redução, a

306 facilidade com a qual pode destruir ou perder o antioxidante e a sua
307 solubilidade.

308 Os antioxidantes fenólicos são excelentes doadores de elétrons ou de
309 hidrogênio e, além disso, seus radicais intermediários são relativamente
310 estáveis devido à deslocação por ressonância e à falta de posições
311 moleculares apropriadas para serem atacados pelo oxigênio molecular
312 (GÓMEZ, 2003).

313 Estudos revelaram que os antioxidantes BHA e BHT poderiam
314 apresentar certa toxicidade, ou seja, efeitos deletérios ao organismo animal
315 quando utilizados em doses elevadas. Diante disso, a partir dos anos 80, deu-
316 se o início às pesquisas com antioxidantes naturais visando à substituição total
317 ou parcial dos antioxidantes sintéticos (DURAN & PADILHA, 1993).

318 De acordo com Bianchi & Antunes (1999), os antioxidantes atuam em
319 diferentes níveis na proteção dos organismos. O primeiro mecanismo de
320 defesa contra os radicais livres é impedir a sua formação, principalmente, pela
321 inibição das reações em cadeia com o ferro e o cobre. Além disso, os
322 antioxidantes são capazes de interceptar os radicais livres gerados pelo
323 metabolismo celular ou por fontes exógenas, impedindo o ataque sobre os
324 lipídios, os aminoácidos das proteínas, a dupla ligação dos ácidos graxos poli-
325 insaturados e as bases do DNA, evitando a formação de lesões e a perda da
326 integridade celular.

327 Segundo Surai (2002), a presença de antioxidantes no trato
328 gastrointestinal é um fator essencial de prevenção da peroxidação lipídica do
329 estômago e do intestino delgado.

330 O sistema de defesa antioxidante é formado por compostos
331 enzimáticos e não-enzimáticos, estando presentes tanto no organismo
332 (localizados dentro das células ou na circulação sanguínea) como nos
333 alimentos ingeridos.

334 No sistema enzimático estão presentes as enzimas superóxido-
335 dismutase, glutathione-peroxidase e catalases. Várias enzimas antioxidantes
336 são metaloenzimas, que contêm traços de minerais. A glutathione-peroxidase é
337 uma enzima dependente de selênio e a enzima superóxido-dismutase contém
338 manganês, zinco ou cobre, dependendo da sua localização nos
339 compartimentos celulares (HALLIWELL & GUTTERIDGE, 1999).

340 Dos componentes não-enzimáticos da defesa antioxidante destacam-
341 se alguns minerais (cobre, manganês, zinco, selênio e ferro), vitaminas (ácido
342 ascórbico, vitamina E, vitamina A), carotenóides (beta-caroteno, licopeno e
343 luteína), bioflavonóides (genisteína, quercetina) e taninos (catequinas)
344 (MONTERO, 1996).

345 Os compostos antioxidantes naturais tais como, licopeno, luteína, entre
346 outros, são encontrados em numerosos materiais de plantas como óleos de
347 sementes, frutas, folhas, casca, caule e raízes, condimentos e ervas
348 (RAMARATHNAM et al., 1995).

349 Considerando que o ovo apresenta alto conteúdo de ácidos graxos
350 insaturados, os quais são mais propensos a oxidação lipídica, vários estudos
351 têm sido realizados avaliando a utilização de antioxidantes na alimentação de
352 poedeiras, destacando-se a vitamina E, os compostos fenólicos e os
353 carotenóides, com o intuito de manter a qualidade e aumentar a vida de
354 prateleira, uma vez que os ovos podem deteriorar por processos oxidativos
355 durante sua estocagem.

356 Acredita-se que a associação de diferentes antioxidantes possa
357 potencializar sua ação antioxidativa. O selênio e a vitamina E, por exemplo,
358 atuam em sinergismo, pois protegem as membranas celulares contra a
359 degeneração oxidativa. Enquanto a vitamina E atua como um antioxidante
360 lipossolúvel nas membranas, a glutathione peroxidase destrói os peróxidos
361 antes que eles possam causar danos oxidativos (HALLIWELL et al., 2000).

362 Estudos em relação à combinação do licopeno e da vitamina E na
363 alimentação de codornas japonesas com 55 dias de idade demonstraram
364 melhoria do status antioxidante e redução das concentrações de colesterol na
365 gema (SAHIN et al., 2006).

366 Ajakaiye et al. (2011) relataram que a suplementação associada das
367 vitaminas C e E nas dietas de poedeiras melhorou o desempenho e a
368 qualidade dos ovos das aves submetidas a temperatura e umidade elevadas.

369 Portanto, o conhecimento e a compreensão dos níveis de incorporação
370 dos antioxidantes naturais nas rações de poedeiras, assim como os
371 mecanismos de reação e as formas de controle para os mesmos são de grande
372 importância econômica para a indústria alimentícia.

373

3.2.1. Licopeno

A coloração da gema não indica qualidade nutricional, porém está ligada ao aspecto visual, ou seja, à preferência do consumidor. A intensidade da coloração da gema é um critério de decisão em relação à preferência do consumidor, pois normalmente associa-se a pigmentação a quantidade de vitaminas do ovo. Esta intensidade está intimamente relacionada à alimentação da ave, ou seja, a quantidade adicionada de carotenóides contidos nos alimentos ou através de aditivos, e da natureza ou habilidade que possuem em colorir.

O licopeno caracteriza-se por um excelente pigmentante, além de ser um carotenóide sem a atividade pró-vitamina A, lipossolúvel, composto por onze ligações conjugadas e duas ligações duplas não conjugadas, tido como o carotenóide que possui a maior capacidade sequestrante do oxigênio singlete, possivelmente devido à presença das duas ligações duplas não conjugadas, o que lhe oferece maior reatividade (SHAMI & MOREIRA, 2004).

Os carotenóides reagem com os radicais livres, notavelmente com os radicais peróxidos e com o oxigênio molecular, sendo à base de sua ação antioxidante. Carotenóides como o beta-caroteno, licopeno, zeaxantina e luteína, exercem funções antioxidantes em fases lipídicas, bloqueando os radicais livres que danificam as membranas lipoproteicas (SIES & STAHL, 1995).

A biodisponibilidade do licopeno está relacionada com as formas isoméricas apresentadas. Clinton et al. (1996) demonstraram que 79% a 91% do licopeno presente nos tomates e seus produtos encontram-se sob a forma do isômero trans (trans-licopeno), em contraste com os níveis de licopeno sérico e tissulares, que se encontram em mais de 50% na forma de isômero cis (cis-licopeno). O licopeno ingerido na sua forma natural (trans-licopeno) é pouco absorvido, no entanto, estudos têm demonstrado que o processamento térmico dos tomates e seus produtos melhoram a sua biodisponibilidade, de forma que este rompe a parede celular e permite a extração do licopeno dos cromoplastos (WILLCOX et al., 2003).

Trabalhos realizados com codornas japonesas evidenciaram que a inclusão de 5% de polpa de tomate (principal fonte de licopeno) na alimentação

exerceu efeito antioxidante, enquanto que a adição de 10% desempenhou efeito pró-oxidante (BOTSOGLOU et al., 2004).

Dietas basais suplementadas com 50, 100 e 200 mg de licopeno/kg de ração aumentaram linearmente o consumo de ração, o ganho de peso, a eficiência alimentar e o peso da carcaça fria quando as codornas foram submetidas ao estresse por calor (34°C), mas não apresentou o mesmo efeito sob condições de termoneutralidade (SAHIN et al., 2006).

Estudos realizados com poedeiras demonstraram que ovos provenientes de poedeiras comerciais alimentadas com 65, 257 e 650 mg de licopeno/kg de ração aumentaram a intensidade da coloração da gema quando comparados aos ovos de aves alimentadas com rações sem licopeno, de forma que a ótima incorporação deste ocorreu por meio da adição de 420 mg de licopeno/kg de ração (OLSON et al., 2008).

O licopeno vem sendo muito utilizado na alimentação humana, no entanto, sua função como antioxidante para poedeiras ainda é pouco estudada, contudo espera-se que sua ação possa proporcionar a manutenção da qualidade, por meio do retardo ou prevenção da oxidação lipídica dos ovos.

4. REFERÊNCIAS

- ABDALLAH, A.G.; HARMS, R.H.; WILSON, H.R. et al. Effect of removing trace minerals from the diet of hens laying eggs with heavy or light shell weight. **Poultry Science**, v.73, p.295–301, 1994.
- AGUIAR, E.F.; OLIVEIRA, R.S.; MEIRA, C.T. **Diferentes microminerais suplementados em dietas para poedeiras comerciais e o efeito sobre os parâmetros de desempenho**. XIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e IX Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba, 2009.
- AJAKAIYE, J.J.; CUESTA-MAZORRA, M.; GARCIA-DIAZ, J.R. Vitamins C and E can alleviate adverse effects of heat stress on live weight and some egg quality profiles of layer hens. **Pakistan Veterinary Journal**, v.31, p.30-35, 2011.
- ALBUQUERQUE, R. **Produção e qualidade da casca de ovos de galinhas poedeiras recebendo microminerais orgânicos em sua dieta**. 2004. Tese (Livre-Docência). Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2004.
- AMMERMAN, C.B.; HENRY, P.R.; MILES, R.D. Supplemental organically bound mineral compounds in livestock nutrition. In: GAMSORTHY, P. C.; WISEMAN, J. (Eds.) **Recent advances in animal nutrition**. Nottingham: University Press; 1998. p.67-91.

BAKER, D.H.; ODLE, J.; FUNK, M.A. et al. Bioavailability of copper in cupric oxide, cuprous oxide, and in a copper-lysine complex. **Poultry Science**, v.70, p.177-179, 1991.

BAUMGARTNER, S.; BROWN, D.J.; SALEVSKY JR., E. et al. Copper deficiency in the laying hen. **The Journal of Nutrition**, v.108, p.804-811, 1978.

BERTECHINI, A.G. **Nutrição de monogástricos**. 1.ed. Lavras: UFLA, 2006. 302p.

BIANCHI, M.; ANTUNES, L. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista da Nutrição**, v.12, p.123-30, 1999.

BOTSOGLOU, N.; PAPAGEORGIOU, G.; NIKOLAKAKIS, I. et al. Effect of Dietary Dried Tomato Pulp on Oxidative Stability of Japanese Quail Meat. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.52, p.2982-2988, 2004.

CAO, J.; LUO, X.G.; HENRY, P.R. et al. Effect of dietary iron concentration, age and length of iron feeding on feed intake and tissue iron concentration of broiler chicks for use as a bioassay supplemental iron sources. **Poultry Science**, v.75, p.495-504, 1996.

CLINTON, S.K.; EMENHISER, C.; SCHWARTZ, S.J. et al. Cis-trans lycopene isomers, carotenoids and retinol in the human prostate. **Cancer Epidemiol**, v.5, p.823-33, 1996.

CLYDESDALE, F.M. Mineral interactions in foods. In: Bodwell, C.E.; Erdman, Jr..J.W. **Nutrients Interactions**. New York: Marcel Dekker, p.257-268. 1998.

DURAN, R.M.; PADILHA, R.B. Actividad antioxidante de los compuestos fenólicos. **Grasas y Aceites**, v.44, p.101-106, 1993.

EMMERT, J.L.; BAKER, D.H. Zinc stores in chickens delay the onset of zinc deficiency symptoms. **Poultry Science**, v.74, p.1011-1021, 1995.

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

GARCIA, J.R.M.; MAZALLI, M.R. Avanços na nutrição da poedeira moderna. In: Simpósio sobre manejo e nutrição de aves e suínos, 2003, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 2003. p.35-56.

GÓMEZ, M.E.D.B. **Modulação da composição de ácidos graxos poliinsaturados ômega 3 de ovos e tecidos de galinhas poedeiras, através da dieta. I. Estabilidade oxidativa**. 2003. 149 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos - Área de Bromatologia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

GUO, R.; HENRY, P.R.; HOLWERDA, R.A. et al. Chemical characteristics and relative bioavailability of supplemental organic copper sources for poultry. **Journal of Animal Science**, v.79, p.1132-1141, 2001.

HALLIWELL B, GUTTERIDGE JMC. Free radical, other reactive species and disease. In: **Free radicals in biology and medicine**. 3rd Oxford: Clarenton Press 1999. p.617-783.

HALLIWELL, B.; ZHAO, K.; WHITEMAN, M. The gastrointestinal tract: a major site of antioxidant activity? **Free Radical Research**, v.33, p.819-830, 2000.

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

495 KLECKER, D.; ZEMAR, L.; SISKE, V. et al. KLECKER D. et al. Influence of
 496 trace mineral proteinate supplementation on eggshell quality. **Poultry**
 497 **Science**, v.76, p.131, 1997.

498 KOHRLE, J.; BRIGELIUS-FLOHE, R.; BOCK, A. et al. Selenium in biology:
 499 facts and medical perspectives. **Biological Chemistry**, v.381, p.849-864,
 500 2000.

501 LEACH JUNIOR, R.M.; GROSS, J.R. The effect of manganese deficiency upon
 502 the ultra structure of the eggshell. **Poultry Science**, v.62, p.499-504, 1983.

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

505 LUNDEEN, T. Mineral proteinates may have positive effect on shell
 506 quality. **Feedstuffs**, v.73, p.10-15, 2001.

507 MABE, I. **Efeitos da suplementação dietética com quelatos de Zinco e**
 508 **Manganês na produção, qualidade de ovos e morfologia intestinal de**
 509 **galinhas poedeiras**. 2001. 94f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências
 510 Farmacêuticas, São Paulo.

511 MABE, I.; RAPP, C.; BAIN, M.M. et al. Supplementation of a corn-soybean meal
 512 diet with manganese, copper, and zinc from organic or inorganic sources
 513 improves eggshell quality in aged laying hens. **Poultry Science**, v.82,
 514 p.1903-1913, 2003.

515 MACIEL, M.P.; SARAIVA, E.P.; AGUIAR, E.F. et al. Effect of using organic
 516 microminerals on performance and external quality of eggs of commercial
 517 laying hens at the end of laying. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39,
 518 p.344-348, 2010.

519 MAIORKA, A.; MACARI, M. Absorção de minerais. In: MACARI, C., FURLAN,
 520 R.L., GONZALES, E. **Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte**.
 521 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2002. p.167-173.

522 MAYNARD, L. A. **Nutrição Animal**. 3.ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1984.
 523 p. 260-335.

524 MAZZUCO, H. Boas Práticas de Produção na Cadeia de Postura Comercial:
 525 Desafios e Oportunidades. VII Seminário Internacional de Aves e Suínos,
 526 Florianópolis, 2008. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE AVES E
 527 SUÍNOS, 7., Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: AveSui, 2008.

528 MAZZUCO, H. **Ovo: Alimento funcional, perfeito à saúde**. Embrapa Suínos e
 529 Aves, 2006. Disponível em:
 530 <<http://www.cnpsa.embrapa.br/index.php?ids=Sq4r54z6x&pg=2&ano=2008>
 531 >. Acesso em: 05 fevereiro 2010.

532 McDONALD, P.; EDWARDS R.A.; GREENHALGH, J.F.D. et al. **Animal**
 533 **nutrition**. 6th ed. Pearson: Edinburgh, 2002. 693p.

534 McDOWELL, L.R. **Minerals in animal and human nutrition**. San Diego:
 535 Academic Press. 524p. 1992.

536 MEDEIROS, J.P.; ESTEVÃO, L.R.M.; BASTOS, F.J.F. et al. Desempenho
 537 Produtivo de Poedeiras Comerciais Suplementadas com Minerais
 538 Orgânicos. 2009. Disponível em:
 539 <<http://www.eventosufrpe.com.br/jepex2009/cd/resumos/R0271-1.pdf>>.
 540 Acesso em: 01 novembro 2012.

541 MONTERO, M. Los radicales libres y las defensas antioxidantes: revisión. **Ann**
 542 **Fac Med**, v.57, p.278-281, 1996.

543 MOURA, A.M.A.; OLIVEIRA, N.T.E.; THIEBAUT, J.T.L. et al. Efeito da
 544 temperatura de estocagem e do tipo de embalagem sobre a qualidade

545 interna de ovos de codornas japonesas (*Coturnix japonica*). **Ciência**
546 **Agrotécnica**, v.32, p.578-583, 2008.

547 NRC – NATIONAL RESEARCH COUNCIL **Nutrient requirements of dairy**
548 **cattle**. 7.ed. National Academy Press: Washington D.C., 2001. 381p.

549 NYS, Y.; REVY, P.S.; JONDREVILLE, C. Zinc, cuivre et manganese en
550 aviculture: role, disponibilit e et risque pour l'environnement. JOURNÉES DE
551 LA RECHERCHE AVICOLE, 5., 2003, Tours. Annales... Tours, 2003.

552 OLSON, J.B.; WARD, N.E.; KOUTSOS, E.A. Lycopene Incorporation into Egg
553 Yolk and Effects on Laying Hen Immune Function. **Poultry Science**, v.87,
554 p.2573–2580, 2008.

555 PAIK, I. Application of chelated minerals in animal production. **Asian-**
556 **Australasian Journal of Animal Science**, v.14, p.191-198, 2001.

557 PAN, E.A.; RUTZ, F.; DIONELLO, N.J.L. et al. Desempenho de poedeiras
558 semipesadas arra oadas com a suplementação de selênio orgânico.
559 **Revista Brasileira de Agrociência**, v.16, p.83-89, 2010.

560 PARK, S.Y.; BIRKHOOLD, S.G.; KUBENA, L.F. et al. Review on the role of
561 dietary zinc in poultry nutrition, immunity, and reproduction. *Biological Trace*
562 *Element Research*, v.102, p.147-163, 2004.

563 RAMARATHNAM, N.; OSAWA, T.; OCHI, H. et al. The contribution of plant food
564 antioxidants to human health. **Trend in Food Science and Technology**,
565 v.6, p.75-82, 1995.

566 RUTZ, F.; PAN, E.A.; XAVIER, G.B. **Efeito de minerais orgânicos sobre o**
567 **metabolismo e desempenho de aves**. 2007. Disponível em:
568 <<http://www.aveworld.com.br/index.php?documento=141>>. Acesso em: 25
569 fevereiro 2011.

570 SAHIN, K.; ONDERCI, M.C.; SAHIN, N. et al. Effects of lycopene
571 supplementation on antioxidant status, oxidative stress, performance and
572 carcass characteristics in heat-stressed Japanese quail. **Journal of**
573 **Thermal Biology**, v.31, p.307-312, 2006.

574 SALDANHA, E.S.P.B.; GARCIA, E.A.; PIZZOLANTE, C.C. et al. Effect of
575 organic mineral supplementation on the egg quality of semi-heavy layers in
576 their second cycle of lay. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.11,
577 p.215-229, 2009.

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

582 SECHINATO, A.S. **Efeito da suplementação dietética com microminerais**
583 **orgânicos na produção e qualidade de ovos de galinhas poedeiras**.
584 2003. 68f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de
585 Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo,
586 Pirassununga.

587 SECHINATO, A.S.; ALBUQUERQUE, R.; NAKADA, S. Efeito da
588 suplementação dietética com microminerais orgânicos na produção de
589 galinhas poedeiras. **Brazilian Journal Veterinary Research Animal**
590 **Science**, v.43, p.159-166, 2006.

591 SHAMI, N.; MOREIRA, E. Licopeno como agente antioxidante. **Revista da**
592 **Nutrição**, v.17, p.227-36, 2004.

593 SIES, H.; STAHL, W. Vitamins E and C, beta-carotene, and other carotenoids
 594 as antioxidants. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.62, p.1315-
 595 21, 1995.

596 SPEARS, J.W.; SCHOENHERR, W.D.; KEGLEY, E.B. et al. Efficacy of iron
 597 methionine as a source for iron for nursing pigs. **Journal of Animal**
 598 **Science**, Champaign, v.70, p.243, 1992.

599 SURAI, P.F. Antioxidant protection in the intestine: a good beginning is half the
 600 battle. In: LYONS, T.P.; JACQUES, K.A. (Eds.). **Nutritional Biotechnology**
 601 **in the Feeds and Food Industries**. Nottingham: University Press, 2002.
 602 p.301-321.

603 UNDERWOOD, E.J. **The mineral nutrition of livestock**. 2.ed. London:
 604 Cammon Wealth Agricultural Bureaux, 1981. 180p.

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

607 VICENZI, E. Fadiga de gaiola e qualidade da casca do ovo: aspectos
 608 nutricionais. In: SIMPÓSIO TÉCNICO DE PRODUÇÃO DE OVOS, 6., 1996,
 609 São Paulo. **Anais...** São Paulo: APA, 1996. p.77-91.

610 VIEIRA, S.L. Minerais Quelatados na Nutrição Animal. In: SIMPÓSIO SOBRE
 611 NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 3., 2005, Cascavel. **Anais...** Cascavel:
 612 CBNA, 2005. p.153-172.

613 WILLCOX, J.K.; CATIGNANI, G.L.; LAZARUS, S. Tomatoes and cardiovascular
 614 health. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.43, p.1-18,
 615 2003.

CAPITULO II

Artigo elaborado segundo adaptação das normas da Revista Ciência e Agrotecnologia.

LICOPENO E MINERAIS ORGÂNICOS NA ALIMENTAÇÃO DE POEDEIRAS: DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E QUALIDADE DOS OVOS

Flavia Kleszcz da Cruz¹

Elis Regina de Moraes Garcia²

RESUMO: Objetivou-se avaliar o efeito da utilização do licopeno e de minerais orgânicos em rações para poedeiras sobre o desempenho zootécnico e a qualidade dos ovos. Utilizaram-se 288 poedeiras, distribuídas em DIC em esquema fatorial 2 x 3 (fontes de minerais x níveis de licopeno) com seis tratamentos, seis repetições e oito aves por unidade experimental. As rações experimentais foram: minerais inorgânicos (MI) sem a adição de licopeno; MI com a adição de licopeno (400 mg/kg); MI com a adição de licopeno (800 mg/kg); minerais orgânicos (MO) sem a adição de licopeno; MO com a adição de licopeno (400 mg/kg); MO com a adição de licopeno (800 mg/kg). Foram avaliados: consumo de ração (CR), porcentagem de postura, massa dos ovos, conversão alimentar (kg/kg e kg/dz), ovos viáveis, peso do ovo, porcentagens de casca, albúmen e gema, espessura da casca, gravidade específica, unidade Haugh (UH), índice e coloração de gema (CG), pH do albúmen e da gema. A inclusão de MO às rações promoveu maior CR quando comparados aos MI. Quando

¹Acadêmica do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Aquidauana, MS, Brasil.

²*Professora Adjunta do Curso de Zootecnia e do Programa de Pós-graduação em Zootecnia - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – Rodovia Aquidauana/UEMS - Km 12 - CEP: 79200-000 – Aquidauana, MS, Brasil. E-mail: ermgarcia@uems.br. Autor para correspondência.

a fonte mineral utilizada foi inorgânica com a associação de 400 mg de licopeno, o CR foi similar àquelas que receberam fonte orgânica. A adição de MO ou de 400 mg de licopeno às rações melhora o desempenho produtivo de poedeiras semipesadas. No entanto, a qualidade dos ovos não é influenciada pelos tratamentos estudados, exceto a CG e a UH que aumentam com a adição de 800 mg licopeno/kg de ração e com a associação de MO a 800 mg de licopeno respectivamente.

Termos para indexação: antioxidante natural, carotenóide, consumo de ração, cor de gema, unidade Haugh

INTRODUÇÃO

Uma das principais limitações nutricionais para poedeiras é a deficiência de minerais, uma vez que as matérias primas (milho e soja) utilizadas na fabricação das rações, geralmente, não atendem as exigências dos animais.

Atualmente no mercado encontram-se disponíveis minerais nas formas orgânicas e inorgânicas, no entanto, as fontes minerais utilizadas nas rações de poedeiras são geralmente oriundas de compostos inorgânicos. Tendo em vista as incertezas relacionadas à absorção e utilização desses minerais, os níveis fornecidos nas dietas são frequentemente superiores aos mínimos exigidos para otimizar o desempenho, resultando em excesso de fornecimento.

Trabalhos têm demonstrado que a substituição total dos minerais na forma inorgânica por orgânica pode resultar em melhoria no desempenho das poedeiras e qualidade dos ovos. Entretanto, os resultados obtidos na literatura ainda são controversos (Paik et al., 2001; Mabe et al., 2003; Sechinato et al., 2006; Saldanha et al., 2009; Maciel et al., 2010).

O ovo é considerado um alimento nutricionalmente completo para a alimentação humana, entretanto, apresenta alto conteúdo de ácidos graxos insaturados, os quais são mais

propensos à oxidação lipídica. Vários estudos têm sido realizados utilizando antioxidantes, entre eles destacam-se a vitamina E, os compostos fenólicos, alguns minerais (cobre, manganês, zinco, selênio e ferro) e os carotenóides, com o intuito de manter a qualidade dos ovos, já que estes podem sofrer processo de deterioração por processos oxidativos.

O licopeno, além de pigmentante, é considerado como o carotenóide que possui a maior capacidade sequestrante de oxigênio, possivelmente devido à presença das duas ligações duplas não conjugadas, o que lhe oferece maior reatividade (Shami & Moreira, 2004).

Acredita-se que a associação de antioxidantes possa potencializar sua ação antioxidativa, proporcionando melhoria no desempenho e qualidade dos ovos (Halliwell et al., 2000; Sahin et al., 2006; Ajakaiye et al., 2011). No entanto, trabalhos com licopeno em relação a sua função antioxidante na alimentação de poedeiras ainda são escassos.

Diante disso, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o efeito da adição do licopeno e de minerais orgânicos nas rações sobre o desempenho e a qualidade dos ovos de poedeiras comerciais.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Setor de Avicultura da Unidade Universitária de Aquidauana - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul. Foram utilizadas 288 poedeiras comerciais da linhagem Dekalb Brown (poedeiras semipesadas) com 58 semanas de idade, durante o período de 112 dias (quatro ciclos de 28 dias). As aves foram alojadas duas a duas, em gaiolas de arame galvanizado com quatro divisões de 25 x 40 x 45 cm, em galpão convencional de postura com cobertura de telhas de fibrocimento.

A ração e a água foram fornecidas *ad libitum* e as aves foram uniformizadas por peso e produção de ovos antes do início do experimento e submetidas a 10 dias de adaptação às dietas experimentais.

O programa de iluminação utilizado foi de 17 horas por dia (iluminação natural + artificial). Durante todo período experimental foram averiguadas as condições térmicas do aviário por meio das temperaturas máxima e mínima e a umidade relativa do ar, correspondendo às médias 33,4°C, 21,8°C e 63,45%, respectivamente.

As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 3 (fontes de minerais x níveis de licopeno) com seis tratamentos, seis repetições e oito aves por unidade experimental.

As rações experimentais (Tabela 1) foram baseadas em milho e farelo de soja e formuladas para o atendimento das exigências nutricionais da linhagem de acordo com o Manual de Criação da Linhagem Dekalb Brown (Granja Planalto, 2009) e a composição química dos alimentos segundo Rostagno et al. (2011).

As rações experimentais foram distribuídas da seguinte forma:

- Ração contendo minerais inorgânicos sem a adição de licopeno;
- Ração contendo minerais inorgânicos com a adição de licopeno (400 mg/kg de ração);
- Ração contendo minerais inorgânicos com a adição de licopeno (800 mg/kg de ração);
- Ração contendo minerais orgânicos sem a adição de licopeno;
- Ração contendo minerais orgânicos com a adição de licopeno (400 mg/kg de ração);
- Ração contendo minerais orgânicos com a adição de licopeno (800 mg/kg de ração).

Os minerais utilizados na forma orgânica foram: cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), selênio (Se) e zinco (Zn).

707 Tabela 1. Composições percentual e calculada das rações experimentais

Ingredientes	MI	MI + Lic (400 mg/kg)	MI + Lic (800 mg/kg)	MO	MO + Lic (400 mg/kg)	MO + Lic (800 mg/kg)
Milho, grão	61,85	61,85	61,85	61,85	61,85	61,85
Farelo de soja, 45%	23,10	23,10	23,10	23,10	23,10	23,10
Óleo de soja	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13
Calcário calcítico	9,05	9,05	9,05	9,05	9,05	9,05
Fosfato bicálcico	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10
L-lisina HCl	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
DL-metionina	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
Sal comum	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
Suplemento mineral e vitamínico*	0,10	0,10	0,10	0,30	0,30	0,30
Inerte	0,90	0,60	0,20	0,70	0,40	0,00
Licopeno**	0,00	0,30	0,70	0,00	0,30	0,70
BHT	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Valores calculados						
EM (kcal/kg)	2.800	2.800	2.800	2.800	2.800	2.800
PB (%)	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0
Metionina + cistina digestíveis (%)	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Lisina digestível (%)	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Cálcio (%)	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10
Fósforo disponível (%)	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
Ácido linoléico (%)	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79

708 MI: mineral inorgânico; MO: mineral orgânico; Lic: licopeno; *Composição por kg de ração: Vitamina A,
709 7.500 UI; Vitamina D3, 2.000 UI; Vitamina E, 10 UI; Vitamina K3, 1,8 mg; Ácido nicotínico, 25 mg; Ácido
710 pantotênico, 10 mg; Vitamina B₆, 1,7 mg; Vitamina B₁₂, 0,0013 mg; Biotina, 0,05 mg; Colina, 220 mg; Cu,
711 11 mg; Fe, 35 mg; I, 1,1 mg; Mn, 77 mg; Se, 0,33 mg; Zn, 72 mg; ** Produto comercial para o atendimento
712 de 400 e 800 mg de licopeno/kg de ração

713 Ao 28º dia de cada ciclo foram determinados os parâmetros produtivos: consumo de
714 ração (g/ave/dia), porcentagem de postura (%), massa dos ovos (g/ave), conversão alimentar
715 (kg/kg e kg/dz) e ovos viáveis (%).

716 Nos últimos três dias de cada ciclo foram determinados o peso médio dos ovos, a
717 gravidade específica, as porcentagens de casca, albúmen e gema, o pH do albúmen e da gema,
718 a unidade Haugh, o índice e a coloração de gema e a espessura da casca.

719 Com base nos dados de peso total e número de ovos de cada unidade experimental
720 determinou-se o peso médio dos ovos. Após pesados, os ovos foram mergulhados em solução
721 salina com diferentes densidades, variando de 1,070 até 1,098. A técnica foi baseada no
722 princípio da flutuação, em que os ovos foram imersos em recipiente contendo soluções salinas
723 em ordem crescente de densidade. Considerou-se a densidade do ovo aquela em que o mesmo
724 flutuasse.

725 Posteriormente, três ovos foram utilizados para avaliar as porcentagens de casca,
726 albúmen, gema e pH do albúmen e da gema, e três foram destinados para as análises de
727 qualidade interna.

728 Para a avaliação da qualidade interna, os ovos colhidos foram pesados separadamente
729 em balança semi-analítica ($\pm 0,001\text{g}$) e posteriormente quebrados em superfície plana e lisa de
730 vidro.

731 Com o auxílio de um paquímetro digital, as medidas de altura do albúmen e da gema
732 foram determinadas e expressas em milímetros (mm). Por meio da medida da altura de
733 albúmen (mm) e peso unitário do ovo (g) foram calculados os valores da unidade Haugh
734 determinada pela equação descrita por NESHEIM et al. (1979): $UH = 100 \log (H - 1,7 P^{0,37} +$
735 $7,75)$, em que, H = altura do albúmen (mm) e P = peso do ovo (g).

Posteriormente, com auxílio de um paquímetro manual ($\pm 0,05$ mm) foi mensurado o diâmetro da gema e com base na média dos valores obtidos calculou-se o índice de gema (altura/diâmetro).

A análise de coloração da gema foi efetuada por meio de um leque colorimétrico DSM (Yolk Color Fan)[®]. Em seguida, as cascas foram lavadas em água corrente, secas a temperatura ambiente por um período de 48 horas e, posteriormente, pesadas em balança analítica para a obtenção da porcentagem de casca. Com o auxílio de um micrômetro digital determinou-se a espessura da casca (mm).

Os dados foram submetidos à análise de variância e para a comparação entre as médias foi utilizado o Teste de Tukey ($P < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação ($P < 0,05$) entre a fonte de mineral e o nível de licopeno para o consumo de ração (Tabela 2). O desdobramento da interação (Tabela 3) demonstrou que a inclusão de mineral orgânico às rações das poedeiras promoveu maior consumo de ração quando comparada à fonte inorgânica. Por outro lado, quando a fonte mineral utilizada foi inorgânica com a associação de 400 mg de licopeno, o consumo das aves foi similar às aquelas que receberam fonte orgânica.

Este resultado pode estar relacionado à atividade antioxidante dos minerais orgânicos e do licopeno. Além disso, a associação do mineral com 400 mg de licopeno pode, de forma sinérgica, ter proporcionado ao animal melhoria do seu *status* antioxidante, refletindo assim em maior consumo de ração.

758 Tabela 2. Consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), porcentagem de postura (PP), massa dos ovos (MO) e ovos viáveis (OV) de
759 poedeiras alimentadas com diferentes fontes de minerais e níveis de licopeno

Parâmetros	CR (g/ave/dia)	CA (kg/kg)	CA (kg/dz)	PP (%)	MO (g/ave)	OV (%)
Fonte Mineral (FM)						
Inorgânica	96,60±1,25* b	1,96±0,03	1,43±0,02	80,04±1,71 b	48,87±1,06 b	99,24±0,14
Orgânica	101,45±1,24 a	1,93±0,02	1,41±0,02	86,43±0,94 a	52,85±0,55 a	99,57±0,10
Níveis de Licopeno (NL)						
0 mg/kg de ração	97,72±1,19 ab	1,98±0,03	1,43±0,02	82,11±2,06 b	49,75±1,15 b	99,12±0,19
400 mg/kg de ração	102,12±0,85 a	1,90±0,03	1,40±0,03	87,26±1,38 a	53,45±0,82 a	99,62±0,11
800 mg/kg de ração	97,22±2,30 b	1,94±0,02	1,43±0,02	80,34±1,75 b	49,38±1,22 b	99,48±0,12
Valor de P						
FM	0,003	0,333	0,430	<0,001	<0,001	0,058
NL	0,020	0,189	0,466	0,007	0,005	0,059
FM x NL	0,015	0,548	0,280	0,260	0,288	0,397

760 * Média ± erro padrão. Na coluna, médias seguidas de letras diferentes se diferem entre si pelo Teste de Tukey (P<0,05).

Tabela 3. Desdobramento da interação entre as fontes de minerais e os níveis de licopeno para a variável consumo de ração (g/ave/dia)

Fonte Mineral	Níveis de Licopeno (mg/kg de ração)		
	0	400	800
Inorgânica	94,88 Bb	102,69 A	92,23 Bb
Orgânica	100,56 a	101,56	102,22 a

Na coluna, médias seguidas de letras minúsculas, e na linha médias seguidas de letras maiúsculas diferentes se diferem entre si pelo Teste de Tukey ($P < 0,05$).

Avaliando a porcentagem de postura e a massa dos ovos, observou-se efeito isolado das fontes de minerais e dos níveis de licopeno ($P < 0,01$), de forma que a utilização do mineral orgânico ou a adição de 400 mg de licopeno/kg de ração aumentou os valores para essas variáveis (Tabela 2) provavelmente em função do maior consumo de ração observado nesses tratamentos.

No entanto, a utilização de 0 e 800 mg de licopeno/kg de ração proporcionou valores de porcentagem de postura e massa dos ovos similares. Isso provavelmente se deve ao fato de que a adição de 800 mg de licopeno na dieta de poedeiras provocou uma saturação nos mecanismos de absorção intestinal resultando em uma baixa eficiência de sua absorção (Olson et al., 2008).

Esses resultados diferem parcialmente dos encontrados por Sechinato et al. (2006), que não detectaram efeito para as variáveis produtivas de poedeiras em pós pico de produção alimentadas com fontes orgânicas de ferro, zinco, cobre, manganês e selênio, exceto melhoria na porcentagem de postura.

Por outro lado, os dados obtidos no presente estudo corroboram com os relatados por Branton et al. (1995) e Paik (2001), que observaram melhoria na porcentagem de postura e na

782 massa dos ovos de poedeiras alimentadas com minerais orgânicos quando comparadas com
783 aves alimentadas com minerais inorgânicos. Segundo os autores, a melhoria no desempenho
784 das poedeiras está relacionada com a maior biodisponibilidade, já que as moléculas dos
785 minerais na forma orgânica não sofrem dissociação em pH ácido, e permanecem com carga
786 elétrica neutra. Desta forma, não reagem com outras moléculas presentes na luz intestinal e
787 são mais absorvidos pelas aves (Costa et al., 2010).

788 Para as variáveis conversão alimentar (kg/kg e kg/dz) e porcentagem de ovos viáveis
789 não se observou efeito ($P>0,05$) das fontes minerais (orgânica e inorgânica) e dos níveis de
790 licopeno (400 e 800 mg).

791 Os resultados obtidos corroboram os relatados por Sechinato et al. (2006) que, ao
792 trabalharem com as formas orgânicas dos minerais manganês, zinco, iodo, selênio, cobre e
793 ferro comparadas as formas inorgânicas, não observaram melhoria na conversão alimentar
794 (kg/dz) de poedeiras no período de 48 a 60 semanas de idade.

795 Ao avaliar a qualidade dos ovos observou-se interação ($P<0,01$) entre a fonte mineral e
796 o nível de licopeno para os valores de UH (Tabela 4). O desdobramento da interação (Tabela
797 5) demonstrou que quando a fonte mineral utilizada foi inorgânica, os maiores valores de
798 unidade Haugh foram observados quando não houve a adição de licopeno e menores quando a
799 fonte inorgânica associada a 400 mg de licopeno foi adicionada às rações. Para a fonte
800 orgânica de minerais observou-se maiores valores de unidade Haugh quando esta foi
801 associada a 800 mg de licopeno em relação as dietas sem licopeno.

802 Trabalhos realizados com poedeiras demonstraram que a unidade Haugh apresenta
803 maiores valores com a suplementação de minerais orgânicos (Muthusamy & Viswanathan,
804 1999), discordando parcialmente dos encontrados neste estudo, em que os maiores valores de

805 UH foram observados para os minerais orgânicos quando estes foram associados a 800 mg de
806 licopeno nas rações das poedeiras.

807 Não se observou efeito ($P>0,05$) para as variáveis peso do ovo, índice de gema, pH do
808 albúmen e da gema, espessura da casca e gravidade específica em função das fontes de
809 minerais e dos níveis de licopeno estudados (Tabela 4).

810 Mabe et al. (2003), Chantiraticul et al. (2008) e Swiatkiewicz & Koreleski (2008)
811 avaliando o efeito de diferentes minerais orgânicos na alimentação de poedeiras também não
812 encontraram diferença significativa para o peso do ovo, a espessura da casca e a gravidade
813 específica.

814 De acordo com os resultados obtidos observou-se que quanto maior a quantidade de
815 licopeno adicionada à ração maior a intensidade de coloração da gema ($P<0,01$),
816 corroborando os relatados por Olson et al. (2008), que verificaram que aves alimentadas com
817 65, 257 ou 650 mg de licopeno/kg de ração apresentaram aumento significativo na coloração
818 da gema dos ovos quando comparados aquelas alimentadas com rações sem licopeno.

819 Em relação às fontes de minerais observou-se que a utilização de minerais inorgânicos
820 aumentou significativamente a intensidade de coloração da gema, discordando dos
821 encontrados na literatura, que demonstraram que a adição de minerais orgânicos na dieta de
822 poedeiras proporciona uma coloração de gema mais atrativa (Pan et al., 2010).

823 Tabela 4. Peso do ovo (PO), unidade Haugh (UH), índice de gema (IG), coloração de gema (CG), pH do albúmen e da gema, espessura da casca
824 (EC) e gravidade específica (GE) de ovos provenientes de poedeiras alimentadas com diferentes fontes de minerais e níveis de licopeno

Parâmetros	PO (g)	UH	IG (mm)	CG	pH		EC (mm)	GE
					albúmen	gema		
Fonte Mineral (FM)								
Inorgânica	60,85±0,32*	92,40±0,46	0,42±0,00	6,38±0,06 a	7,63±0,04	6,07±0,02	0,378±0,00	1,090±0,00
Orgânica	61,00±0,41	93,34±0,49	0,43±0,00	6,22±0,06 b	7,61±0,01	6,07±0,02	0,379±0,00	1,090±0,00
Níveis de Licopeno (NL)								
0 mg/kg de ração	60,51±0,52	92,70±0,46	0,42±0,00	6,07±0,04 c	7,63±0,05	6,06±0,02	0,376±0,01	1,090±0,00
400 mg/kg de ração	61,14±0,29	92,21±0,67	0,43±0,00	6,27±0,04 b	7,60±0,01	6,06±0,02	0,380±0,00	1,090±0,00
800 mg/kg de ração	61,13±0,50	93,69±0,59	0,43±0,00	6,55±0,07 a	7,63±0,04	6,08±0,02	0,380±0,00	1,090±0,00
Valor de P								
FM	0,775	0,114	0,255	0,006	0,813	0,951	0,777	0,424
NL	0,521	0,119	0,154	<0,001	0,868	0,850	0,649	0,759
FM x NL	0,172	0,008	0,505	0,336	0,793	0,818	0,284	0,155

825 * Média ± erro padrão. Na coluna, médias seguidas de letras diferentes se diferem entre si pelo Teste de Tukey (P<0,05).

Tabela 5. Desdobramento da interação entre as fontes de minerais e os níveis de licopeno para os valores de unidade Haugh

Fonte mineral	Níveis de licopeno (mg/kg de ração)		
	0	400	800
Inorgânica	93,53 A	90,66 Bb	93,01 AB
Orgânica	91,88 B	93,76 ABa	94,38 A

Na coluna, médias seguidas de letras minúsculas, e na linha médias seguidas de letras maiúsculas diferentes se diferem entre si pelo Teste de Tukey ($P < 0,05$).

As porcentagens de casca, gema e albúmen não foram alteradas ($P > 0,05$) em função dos tratamentos estudados. Os valores observados neste estudo para a composição percentual do ovo são semelhantes aos encontrados na literatura (Garcia et al., 2002; Roberts, 2004; Rocha et al., 2009), de forma que as porcentagens de albúmen, gema e casca, corresponderam a aproximadamente 62, 25 e 10% respectivamente em relação ao peso do ovo.

CONCLUSÕES

A adição de minerais orgânicos ou de 400 mg de licopeno/ kg às rações melhora o desempenho produtivo de poedeiras semipesadas com 58 semanas de idade. No entanto, a qualidade dos ovos não é influenciada pelas fontes minerais (orgânica e inorgânica) e níveis de licopeno (400 e 800 mg), exceto a coloração de gema e a unidade Haugh que aumentam com a adição de 800 mg licopeno/kg de ração e com a associação de minerais orgânicos a 800 mg de licopeno/kg de ração respectivamente.

REFERÊNCIAS

AJAKAIYE, J.J.; CUESTA-MAZORRA, M.; GARCIA-DIAZ, J.R. Vitamins C and E can alleviate adverse effects of heat stress on live weight and some egg quality profiles of layer hens. **Pakistan Veterinary Journal**, Faisalabad, v.31, p.30-35, 2011.

- 849 BRANTON, S.L.; LOTT, B.D.; MASLIN, W.R.; DAY, E.J. Fatty liver-hemorrhagic syndrome
850 observed in commercial layers fed diets containing chelated minerals. **Avian Diseases**,
851 Amherst, v.39, p.631-635, 1995.
- 852 CHANTIRATICUL, A.; CHINRASRI, O.; CHANTIRATIKUL, P. Effect of sodium selenite
853 and zinc-L-selenomethionine on performance and selenium concentrations in eggs of laying
854 hens. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, Seoul, v.21, p.1048, 2008.
- 855 COSTA, F.G.P.; SILVA, J.H.V.; LIMA, R.C.; OLIVEIRA, C.F.S.; RODRIGUES, V.P.;
856 PINHEIRO, S.G.P. Scientific progress in the production of monogastric in the first decade of
857 the twenty-first century. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, p.288-302, 2010.
- 858 GARCIA, E.A.; MENDES, A.A.; PIZZOLANTE, C.C.; GONÇALVES, H.C.; OLIVEIRA,
859 R.P.; SILVA, M.A. Efeito dos Níveis de Cantaxantina na Dieta Sobre o Desempenho e
860 Qualidade dos Ovos de Poedeiras Comerciais. **Brazilian Journal of Poultry Science**, São
861 Paulo, v.4, p.1-7, 2002.
- 862 GRANJA PLANALTO. **Manual de manejo das poedeiras Dekalb Brown**. Uberlândia,
863 2009. 39p.
- 864 HALLIWELL, B.; ZHAO, K.; WHITEMAN, M. The gastrointestinal tract: a major site of
865 antioxidant activity? **Free Radical Research**, Yverdon, v.33, p.819-830, 2000.
- 866 MABE, I.; RAPP, C.; BAIN, M.M.; NYS, Y. Supplementation of a corn-soybean meal diet
867 with manganese, copper, and zinc from organic or inorganic sources improves eggshell
868 quality in aged laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v.82, p.1903-1913, 2003.
- 869 MACIEL, M.P.; SARAIVA, E.P.; AGUIAR, E.F.; RIBEIRO, P.A.P.; PASSOS, D.P.;
870 SILVA, J.B. Effect of using organic microminerals on performance and external quality of
871 eggs of commercial laying hens at the end of laying. **Revista Brasileira de Zootecnia**,
872 Viçosa, v.39, p.344-348, 2010.
- 873 MUTHUSAMY, P.; VISWANATHAN, K. Influence of rearing system on the egg quality
874 traits of commercial layers. **Indian Veterinary Journal**, Madras, v.76, p.433-536, 1999.
- 875 NESHEIM, M.C.; AUSTIC, R.E.; CARD, L.E. **Poultry Production**. Philadelphia: Lea &
876 Febiger. 12.ed. 1979. 339p.
- 877 OLSON, J.B.; WARD, N.E.; KOUTSOS, E.A. Lycopene Incorporation into Egg Yolk and
878 Effects on Laying Hen Immune Function. **Poultry Science**, Champaign, v.87, p.2573-2580,
879 2008.
- 880 PAIK, I. Application of chelated minerals in animal production. **Asian-Australasian Journal**
881 **of Animal Science**, Seoul, v.14, p.191-198, 2001.
- 882 PAN, E.A.; RUTZ, F.; DIONELLO, N.J.L.; ANCIUTI, M.; KRABBE, E.L. Desempenho de
883 poedeiras semipesadas arraçadas com a suplementação de selênio orgânico. **Revista**
884 **Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.16, p.83-89, 2010.
- 885 ROBERTS, J.R. Factors affecting egg internal quality and egg shell quality in laying
886 hens. **Journal of Poultry Science**, Tsukuba, v.41, p.161-177, 2004.

- 887 ROCHA, T.C.; GOMES, P.C.; DONZELE, J.L.; BARRETO, S.L.T.; MELLO, H.H.C.;
888 BRUMANO, G. Níveis de lisina digestível em rações para poedeiras no período de 24 a 40
889 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, p.1726-1731, 2009.
- 890 ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELLE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.;
891 LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T. **Tabelas brasileiras para aves e**
892 **suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2011. 252p.
- 893 SAHIN, K.; ONDERCI, M.C.; SAHIN, N.; GURSU, M.F.; KHACHIK, F.; KUCUK, O.
894 Effects of lycopene supplementation on antioxidant status, oxidative stress, performance and
895 carcass characteristics in heat-stressed Japanese quail. **Journal of Thermal Biology**, New
896 York, v.31, p.307-312, 2006.
- 897 SALDANHA, E.S.P.B.; GARCIA, E.A.; PIZZOLANTE, C.C.; FAITTARONE, A.B.G.;
898 SECHINATO, A.; MOLINO, A.B.; LAGANÁ, C. Effect of organic mineral supplementation
899 on the egg quality of semi-heavy layers in their second cycle of lay. **Brazilian Journal of**
900 **Poultry Science**, São Paulo, v.11, p.215-229, 2009.
- 901 SECHINATO, A.S.; ALBUQUERQUE, R.; NAKADA, S. Efeito da suplementação dietética
902 com microminerais orgânicos na produção de galinhas poedeiras. **Brazilian Journal**
903 **Veterinary Research Animal Science**, São Paulo, v.43, p.159-166, 2006.
- 904 SHAMI, N.; MOREIRA, E. Licopeno como agente antioxidante. **Revista de Nutrição**,
905 Campinas, v.17, p.227-36, 2004.
- 906 SWIATKIEWICZ, S.; KORELESKI, J. The effect of zinc and manganese source in the diet
907 for laying hens on eggshell and bones quality. **Veterinarni Medicina**, Praha, v.53, p.555-563,
908 2008.

909 **CAPITULO III**

910 Artigo elaborado segundo adaptação das normas da Revista Brasileira de Agrociência.

911

912 **QUALIDADE E ESTABILIDADE DOS OVOS DE POEDEIRAS**

913 **ALIMENTADAS COM LICOPENO E MINERAIS ORGÂNICOS**

914

915 *QUALITY AND STABILITY OF EGGS FROM LAYING HENS FED WITH ORGANIC MINERALS AND*

916 *LYCOPENE*

917

918 Flavia Kleszcz da Cruz²; Elis Regina de Moraes Garcia^{2*}

919

920 **RESUMO**

921 Objetivou-se avaliar o efeito da utilização do licopeno e de minerais orgânicos em
922 rações para poedeiras sobre a qualidade e estabilidade dos ovos. Utilizaram-se 288
923 poedeiras, distribuídas em DIC em esquema fatorial 2 x 3 (fontes de minerais x níveis de
924 licopeno) com seis tratamentos, seis repetições e oito aves por unidade experimental. As
925 rações experimentais foram: ração contendo minerais inorgânicos (MI) sem a adição de
926 licopeno; MI com a adição de licopeno (400 mg/kg); MI com a adição de licopeno (800
927 mg/kg); minerais orgânicos (MO) sem a adição de licopeno; MO com a adição de licopeno
928 (400 mg/kg); MO com a adição de licopeno (800 mg/kg). No final do último ciclo, durante
929 cinco dias, todos os ovos produzidos foram colhidos. A cada dia foram selecionados 12
930 ovos/tratamento, que posteriormente foram identificados, acondicionados em diferentes
931 ambientes de conservação (temperatura ambiente e refrigerado) e submetidos a diferentes

¹Acadêmica do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Aquidauana, MS.

^{2*}Professora Adjunta do Curso de Zootecnia e do Programa de Pós-graduação em Zootecnia - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - Rodovia Aquidauana/UEMS - Km 12 - CEP: 79200-000 - Aquidauana, MS. E-mail: ermgarcia@uems.br. Autor para correspondência.

932 períodos de armazenamento (0, 15 e 30 dias). Foram avaliados: unidade Haugh (UH),
933 índice de gema (IG), coloração de gema (CG), pH de albúmen (pHa) e gema (pHg) e
934 oxidação lipídica (TBARS). Para os ovos armazenados em temperatura ambiente não se
935 observou efeito isolado dos tratamentos sobre: TBARS, UH, IG, CG, pHa e pHg. Já os ovos
936 mantidos sob refrigeração mantiveram os valores de TBARS, IG e CG estáveis com o
937 aumento do armazenamento. A estabilidade dos ovos não é alterada em função dos
938 tratamentos estudados. Contudo, o aumento do período de estocagem prejudica a qualidade
939 dos ovos, em ambas as condições de armazenamento.

940

941 **Palavras-chave:** antioxidante natural, carotenóide, TBARS, unidade Haugh.

942

943 **ABSTRACT**

944 This study aimed to evaluate the effect of the use of lycopene and organic minerals in
945 diets for laying hens on egg quality and stability. We used 288 layers distributed in DIC in 2 x
946 3 factorial (mineral sources x lycopene levels) with six treatments and six replicates of eight
947 birds per experimental unit. The experimental diets were: feed containing inorganic minerals
948 (MI) without the addition of lycopene; MI with the addition of lycopene (400 mg/kg); MI with
949 the addition of lycopene (800 mg/kg); minerals organic (MO) without addition lycopene; MO
950 with the addition of lycopene (400 mg/kg); MO with the addition of lycopene (800 mg/kg). At
951 the end of the last cycle for five days, all eggs were harvested. Every day we selected 12
952 eggs/treatment, which were later identified, packaged in different environments conservation
953 (ambient and chilled) and submitted to different storage periods (0, 15 and 30 days). Were
954 evaluated: Haugh unit (HU), yolk index (YI), yolk color (YC), albumen pH (pHa) and yolk
955 (pHy) and lipid oxidation (TBARS). For eggs stored at room temperature there was no effect
956 of treatments on isolated: TBARS, HU, YI, YC, pHa and pHy. Already eggs stored under
957 refrigeration remained TBARS values, YI and YC stable with increasing storage. The stability

958 of eggs is not altered by the treatments studied. However, increasing storage period affect
959 the quality of the eggs in both storage conditions.

960
961 **Key words:** natural antioxidant, carotenoid, TBARS, Haugh unit.

962

963 **INTRODUÇÃO**

964 O ovo é considerado um dos alimentos mais completos na alimentação humana, pois
965 apresenta na sua composição proteína de excelente valor biológico, além de aminoácidos
966 essenciais, vitaminas, ácidos graxos e minerais (PASCOAL et al., 2008).

967 No entanto, durante o armazenamento ocorrem alterações nas características físicas,
968 químicas e funcionais das proteínas dos ovos (ALLEONI & ANTUNES, 2001), de forma que
969 esse efeito prejudicial pode ser minimizado quando a temperatura de conservação utilizada
970 é refrigerada (GARCIA et al., 2010).

971 Tendo em vista que o ovo apresenta alto conteúdo de ácidos graxos insaturados, os
972 quais são mais propensos à oxidação lipídica, estudos têm sido realizados utilizando
973 antioxidantes na dieta de aves, entre eles destacam-se a vitamina E, os compostos
974 fenólicos, alguns minerais (cobre, manganês, zinco, selênio e ferro) e os carotenóides, com
975 o intuito de manter a qualidade e aumentar o tempo de prateleira já que os ovos podem
976 sofrer processo de deterioração por processos oxidativos durante seu armazenamento.

977 Além de pigmentante, o licopeno é considerado como o carotenóide que possui a maior
978 capacidade sequestrante de oxigênio singlete, possivelmente devido à presença das duas
979 ligações duplas não conjugadas, o que lhe oferece maior reatividade (SHAMI & MOREIRA,
980 2004). No entanto, sua função como antioxidante na alimentação de poedeiras ainda é
981 pouco estudada.

982 Trabalhos têm demonstrado que a associação de substâncias com atividade
983 antioxidante na alimentação pode potencializar sua ação antioxidativa em poedeiras e

984 codornas (HALLIWELL et al., 2000; SAHIN et al., 2006; AJAKAIYE et al., 2011). Diante
985 disso, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o efeito da adição do licopeno
986 e de minerais orgânicos em rações para poedeiras sobre a qualidade e estabilidade dos
987 ovos armazenados por até 30 dias em diferentes ambientes de conservação.

988

989 MATERIAL E MÉTODOS

990 O trabalho foi conduzido no Setor de Avicultura da Unidade Universitária de Aquidauana
991 - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul. Foram utilizadas 288 poedeiras comerciais
992 da linhagem Dekalb Brown (poedeiras semipesadas) com 58 semanas de idade, durante o
993 período de 112 dias (quatro ciclos de 28 dias).

994 A ração e a água foram fornecidas *ad libitum* e as aves foram uniformizadas por peso e
995 produção de ovos antes do início do experimento, sendo submetidas a 10 dias de adaptação
996 às dietas experimentais. O programa de iluminação utilizado foi de 17 horas por dia
997 (iluminação natural + artificial). Durante todo período experimental foram averiguadas as
998 condições térmicas do aviário por meio das temperaturas máxima e mínima e a umidade
999 relativa do ar, correspondendo às médias de 33,4°C, 21,8°C e 63,45%, respectivamente.

1000 As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado em esquema
1001 fatorial 2 x 3 (fontes de minerais x níveis de licopeno) com seis tratamentos, seis repetições
1002 e oito aves por unidade experimental.

1003 As rações experimentais (Tabela 1) foram baseadas em milho e farelo de soja e
1004 formuladas para o atendimento das exigências nutricionais da linhagem de acordo com o
1005 Manual de Criação da Linhagem Dekalb Brown (GRANJA PLANALTO, 2009) e a
1006 composição química dos alimentos segundo ROSTAGNO et al. (2011).

1007

1008

1009

1010 Tabela 1 - Composições percentual e calculada das rações experimentais

Ingredientes	MI	MI + Lic (400 mg/kg)	MI + Lic (800 mg/kg)	MO	MO + Lic (400 mg/kg)	MO + Lic (800 mg/kg)
Milho, grão	61,85	61,85	61,85	61,85	61,85	61,85
Farelo de soja, 45 %	23,10	23,10	23,10	23,10	23,10	23,10
Óleo de soja	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13
Calcário calcítico	9,05	9,05	9,05	9,05	9,05	9,05
Fosfato bicálcico	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10
L-lisina HCl	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
DL-metionina	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
Sal comum	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
Suplemento mineral e vitamínico*	0,10	0,10	0,10	0,30	0,30	0,30
Inerte	0,90	0,60	0,20	0,70	0,40	0,00
Licopeno**	0,00	0,30	0,70	0,00	0,30	0,70
BHT	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Valores calculados						
EM (kcal/kg)	2.800	2.800	2.800	2.800	2.800	2.800
PB (%)	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0
Metionina + cistina digestíveis (%)	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Lisina digestível (%)	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Cálcio (%)	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10
Fósforo disponível (%)	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
Ácido linoléico (%)	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79

1011 MI: mineral inorgânico; MO: mineral orgânico; Lic: licopeno; *Composição por kg de ração: Vitamina A, 7.500
1012 UI; Vitamina D3, 2.000 UI; Vitamina E, 10 UI; Vitamina K3, 1,8 mg; Ácido nicotínico, 25 mg; Ácido pantotênico,
1013 10 mg; Vitamina B₆, 1,7 mg; Vitamina B₁₂, 0,0013 mg; Biotina, 0,05 mg; Colina, 220 mg; Cu, 11 mg; Fe, 35 mg;
1014 I, 1,1 mg; Mn, 77 mg; Se, 0,33 mg; Zn, 72 mg; ** Produto comercial para o atendimento de 400 e 800 mg de
1015 licopeno/kg de ração.

1016 As rações experimentais foram distribuídas da seguinte forma:

- 1017 - Ração contendo minerais inorgânicos sem a adição de licopeno;
- 1018 - Ração contendo minerais inorgânicos com a adição de licopeno (400 mg/kg de ração);
- 1019 - Ração contendo minerais inorgânicos com a adição de licopeno (800 mg/kg de ração);
- 1020 - Ração contendo minerais orgânicos sem a adição de licopeno;
- 1021 - Ração contendo minerais orgânicos com a adição de licopeno (400 mg/kg de ração);
- 1022 - Ração contendo minerais orgânicos com a adição de licopeno (800 mg/kg de ração).

1023 Os minerais utilizados na forma orgânica foram: cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn),
1024 selênio (Se) e zinco (Zn).

1025 No final do último ciclo, durante cinco dias, todos os ovos produzidos foram colhidos. A
1026 cada dia foram selecionados, com base na ausência de rachaduras, manchas ou sujeiras na
1027 casca, 12 ovos de cada tratamento. Posteriormente estes foram identificados, colocados em
1028 bandeja de papelão, e acondicionados em diferentes ambientes de conservação
1029 (temperatura ambiente: 30,05°C e 63,03% UR; temperatura refrigerada: 6,18°C e 41,28%
1030 UR) e submetidos a diferentes períodos de armazenamento (0, 15 e 30 dias).

1031 Em cada período e ambiente de conservação foram selecionados dois ovos por
1032 tratamento para avaliação da qualidade interna por meio das variáveis de unidade Haugh,
1033 índice de gema, coloração da gema, pH albúmen e da gema e para a mensuração da
1034 oxidação lipídica (método TBARS), segundo adaptação da metodologia descrita por
1035 RAMANATHAN & DAS (1992) e VYNCKE (1970).

1036 Para a avaliação da qualidade interna, os ovos colhidos foram pesados individualmente
1037 em balança semi-analítica ($\pm 0,001g$) e posteriormente quebrados em superfície plana e lisa
1038 de vidro.

1039 Com o auxílio de um paquímetro digital, as medidas de altura do albúmen e da gema
1040 foram determinadas e expressas em milímetros (mm). Por meio da medida da altura de
1041 albúmen (mm) e peso unitário do ovo (g) foram calculados os valores da unidade Haugh

determinada pela equação descrita por NESHEIM et al. (1979): $UH = 100 \log (H - 1,7 P^{0,37} + 7,75)$, em que, H = altura do albúmen (mm) e P = peso do ovo (g).

Posteriormente, com auxílio de um paquímetro manual ($\pm 0,05$ mm) foi mensurado o diâmetro da gema e com base na média dos valores obtidos calculou-se o índice de gema (altura/diâmetro).

A análise de coloração da gema foi efetuada por meio de um leque colorimétrico DSM (Yolk Color Fan)[®]. Em seguida, o pH do albúmen e da gema foi determinado com o auxílio de um medidor de pH de bancada (HANNA Instruments[®]).

Os dados foram submetidos à análise de variância e para a comparação entre as médias foi utilizado o Teste de Tukey ($P < 0,05$) por meio do Programa Computacional Assistat (SILVA & AZEVEDO, 2002 e 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os ovos armazenados em temperatura ambiente houve interação ($P < 0,05$) entre a fonte de mineral e o período de armazenamento para a coloração de gema (Tabela 2). O desdobramento da interação (Tabela 3) demonstrou que a adição da fonte mineral orgânica intensificou a coloração da gema dos ovos frescos quando comparada a fonte inorgânica. Este efeito inicial provavelmente resultou na redução da coloração da gema crua com o progresso do período de estocagem dos ovos apenas para este tratamento.

No entanto, não se observou efeito isolado ($P > 0,05$) das diferentes fontes de minerais e dos níveis de licopeno sobre as variáveis: valores de TBARS (mg malonaldeído/kg), unidade Haugh, índice de gema, coloração de gema e pH do albúmen e da gema (Tabela 2).

Resultados semelhantes foram obtidos por SALDANHA et al. (2010) que ao armazenarem ovos em temperatura ambiente por 14 dias, não observaram efeito das diferentes fontes de minerais (inorgânica e orgânica) sobre a unidade Haugh e o índice de gema dos ovos de poedeiras.

1068 Tabela 2 - Valores de TBARS, unidade Haugh (UH), índice de gema (IG), coloração de
 1069 gema (CG), pH do albúmen e da gema de ovos provenientes de poedeiras semipesadas
 1070 alimentadas com diferentes fontes de minerais (FM) e níveis de licopeno (NL) armazenados
 1071 em temperatura ambiente por diferentes períodos de armazenamento (PA) (±erro padrão)

Parâmetros	TBARS	UH	IG (mm)	CG	pH	
	(mg malonaldeído/kg)				albúmen	gema
FM						
Inorgânica	0,287±0,02	58,88±1,98	0,27±0,01	6,78±0,12	8,89±0,04	6,58±0,04
Orgânica	0,319±0,02	57,95±1,03	0,27±0,01	7,02±0,12	8,92±0,04	6,58±0,04
NL						
0 mg/kg	0,300±0,02	58,73±2,36	0,27±0,01	6,77±0,15	8,88±0,05	6,63±0,05
400 mg/kg	0,310±0,02	56,19±2,41	0,26±0,01	6,97±0,15	8,94±0,05	6,59±0,05
800 mg/kg	0,299±0,02	60,33±2,41	0,27±0,01	6,98±0,15	8,90±0,05	6,51±0,05
PA						
0 dias	0,244±0,03 b	92,13±2,54 a	0,42±0,01 a	7,21±0,16 a	7,89±0,05 c	6,21±0,06 c
15 dias	0,313±0,02 ab	49,14±2,27 b	0,24±0,01 b	7,00±0,14 a	9,56±0,05 a	6,59±0,05 b
30 dias	0,352±0,02 a	33,98±2,36 c	0,14±0,01 c	6,50±0,14 b	9,26±0,05 b	6,93±0,05 a
Valor de P						
FM	0,2451	0,7369	0,7834	0,1610	0,5105	0,9851
NL	0,9314	0,4740	0,3468	0,5240	0,5917	0,2484
PA	0,0161	<0,0001	<0,0001	0,0033	<0,0001	<0,0001
FM x NL	0,0927	0,7892	0,4771	0,4248	0,6995	0,1298
FM x PA	0,3779	0,6744	0,7041	0,0153	0,9080	0,2651
NL x PA	0,1993	0,2086	0,5727	0,4174	0,5705	0,3506

1072 Na coluna, médias seguidas de letras diferentes se diferem entre si pelo Teste de Tukey (P<0,05).

1073

1074

1075

1076

1077 Tabela 3 - Desdobramento da interação entre as fontes de minerais e os períodos de
1078 armazenamento para a coloração de gema

Fonte mineral	Período de armazenamento (dias)		
	0	15	30
Inorgânica	6,75 b	6,95	6,67
Orgânica	7,67 Aa	7,07 B	6,33 C

1079 Na coluna, médias seguidas de letras minúsculas, e na linha médias seguidas de letras maiúsculas diferentes
1080 se diferem entre si pelo Teste de Tukey (P<0,05).

1081
1082 Por outro lado, avaliando o efeito do período de armazenamento dos ovos, observou-se
1083 que os valores de TBARS aumentaram (P<0,05) com o progresso do período de estocagem,
1084 concordando com os encontrados por GIAMPIETRO et al. (2008) que observaram que a
1085 oxidação lipídica da gema de ovos armazenados tornou-se mais expressiva, de forma que
1086 os ovos frescos (0 dias) apresentaram menores valores de TBARS quando comparados aos
1087 armazenados por 7, 14 e 21 dias.

1088 Os valores de unidade Haugh reduziram com o avanço do período de armazenamento
1089 (P<0,01), fato que pode ser explicado devido às inúmeras reações químicas que ocorrem no
1090 ovo em função do armazenamento, sendo a principal delas a degradação da proteína
1091 presente no albúmen espesso, deixando-o dessa forma mais líquido, reduzindo
1092 consequentemente à altura do albúmen. Esses dados corroboram os relatados por
1093 BARBOSA et al. (2004), MOURA et al. (2008), XAVIER et al. (2008) e GARCIA et al. (2010)
1094 que constataram redução nos valores de unidade Haugh com o aumento do tempo de
1095 armazenamento dos ovos.

1096 O índice de gema apresentou redução de seus valores com o progresso do período de
1097 armazenamento (P<0,01), estando de acordo com os encontrados por GARCIA et al. (2010).
1098 Com a degradação da proteína do albúmen, ocorre um excesso de água na gema, fazendo

1099 com que a porcentagem de gema aumente e se apresente maior e mais achatada.
1100 Consequentemente, ocorre diminuição do índice de gema, uma vez que este é aferido por
1101 meio da altura da gema em razão do seu diâmetro.

1102 Em relação ao pH do albúmen ($P<0,01$), os maiores valores foram verificados com 15
1103 dias de armazenamento. Esse resultado, provavelmente esteja relacionado com a
1104 dissociação do ácido carbônico que é convertido em água e gás carbônico. Esse gás difundiu-
1105 se por meio da casca e se perde no ambiente, reduzindo assim a acidez, já que o mesmo é
1106 um dos componentes do sistema tampão do albúmen.

1107 O pH da gema ($P<0,01$) apresentou os maiores valores com 30 dias de armazenamento,
1108 estando de acordo com os relatados por SINGH & PANDA (1990).

1109 Para os ovos armazenados sob refrigeração observou-se interação ($P<0,05$) entre os
1110 níveis de licopeno e os períodos de armazenamento para a coloração e o pH da gema
1111 (Tabela 4). O desdobramento da interação (Tabela 5) para a coloração da gema demonstrou
1112 que a utilização de 800 mg de licopeno/kg de ração manteve estável a intensidade da
1113 coloração da gema com o progresso do período de estocagem.

1114 Devido a sua estrutura altamente conjugada o licopeno está sujeito à degradação
1115 oxidativa e a isomeração cis/trans. No entanto, os resultados indicaram que a refrigeração
1116 dos ovos preservou sua estrutura, de forma que a utilização de 800 mg de licopeno
1117 estabilizou a intensidade da coloração da gema, ou seja, sua atividade pigmentante. O
1118 mesmo não foi observado quando estes foram armazenados a temperatura ambiente.

1119

1120

1121

1122

1123

1124

1125 Tabela 4. Valores de TBARS, unidade Haugh (UH), índice de gema (IG), coloração de gema
 1126 (CG), pH do albúmen e da gema de ovos provenientes de poedeiras semipesadas
 1127 alimentadas com diferentes fontes de minerais (FM) e níveis de licopeno (NL) armazenados
 1128 sob refrigeração por diferentes períodos de armazenamento (PA) ($\pm$ erro padrão)

Parâmetros	TBARS	UH	IG (mm)	CG	pH	
	(mg malonaldeído/kg)				albúmen	gema
FM						
Inorgânica	0,266±0,02	87,04±1,37	0,43±0,00	7,10±0,13 b	8,79±0,03	6,39±0,03 b
Orgânica	0,276±0,02	86,03±1,37	0,44±0,00	7,51±0,13 a	8,78±0,03	6,47±0,03 a
NL						
0 mg/kg	0,287±0,02	85,24±1,68	0,43±0,00 b	7,11±0,15 b	8,75±0,04 b	6,40±0,03 b
400 mg/kg	0,259±0,02	85,03±1,68	0,43±0,00 b	7,17±0,15 b	8,87±0,04 a	6,51±0,03 a
800 mg/kg	0,268±0,02	89,34±1,68	0,45±0,00 a	7,63±0,15 a	8,74±0,04 b	6,40±0,03 b
PA						
0 dias	0,244±0,02	92,69±1,81 a	0,43±0,01	7,21±0,17	7,95±0,04 c	6,21±0,03 c
15 dias	0,301±0,02	85,01±1,62 b	0,43±0,00	7,27±0,15	9,27±0,04 a	6,47±0,03 b
30 dias	0,269±0,02	81,90±1,62 b	0,44±0,00	7,43±0,15	9,14±0,04 b	6,62±0,03 a
Valor de P						
FM	0,6534	0,6061	0,2639	0,0263	0,7708	0,0338
NL	0,5759	0,1322	0,0053	0,0369	0,0403	0,0148
PA	0,1099	0,0001	0,2345	0,5660	<0,0001	<0,0001
FM x NL	0,5885	0,4919	0,7332	0,8821	0,9289	0,1661
FM x PA	0,8288	0,0871	0,0558	0,0569	0,8066	0,2821
NL x PA	0,4238	0,4439	0,7000	0,0251	0,1879	0,0315

1129 Na coluna, médias seguidas de letras diferentes se diferem entre si pelo Teste de Tukey (P<0,05).

1130

1131

1132

1133

1134 Tabela 5. Desdobramento da interação entre os níveis de licopeno e os períodos de
 1135 armazenamento para a coloração de gema

Níveis de licopeno (mg/kg)	Período de armazenamento (dias)		
	0	15	30
0	7,13	7,20 ab	7,00 b
400	7,50 A	6,70 Bb	7,30 Ab
800	7,00 B	7,90 ABa	8,00 Aa

1136 Na coluna, médias seguidas de letras minúsculas, e na linha médias seguidas de letras maiúsculas diferentes
 1137 se diferem entre si pelo Teste de Tukey (P<0,05).

1138

1139 Para a variável pH da gema, o desdobramento da interação entre os níveis de licopeno
 1140 e os períodos de armazenamento (Tabela 6) demonstrou aumento dos valores com o
 1141 progresso do período de estocagem independente dos níveis de licopeno estudados.

1142

1143 Tabela 6. Desdobramento da interação entre os níveis de licopeno e os períodos de
 1144 armazenamento para o pH da gema

Níveis de licopeno (mg/kg)	Período de armazenamento (dias)		
	0	15	30
0	6,18 Cab	6,39 Bb	6,62 Aab
400	6,32 Ba	6,47 Bb	6,73 Aa
800	6,14 Cb	6,55 Aa	6,52 Bb

1145 Na coluna, médias seguidas de letras minúsculas, e na linha médias seguidas de letras maiúsculas diferentes
 1146 se diferem entre si pelo Teste de Tukey (P<0,05).

1147

1148 Segundo SHANG et al. (2004), durante o armazenamento ocorre troca dos íons
 1149 alcalinos provenientes do albúmen com os íons de hidrogênio presentes na gema, causando
 1150 aumento no pH da gema.

1151 Não se observou efeito isolado ($P>0,05$) das fontes de minerais sobre as variáveis
1152 estudadas, com exceção da coloração e o pH da gema que aumentaram com a utilização de
1153 minerais na forma orgânica (Tabela 4).

1154 Esses resultados estão de acordo aos encontrados na literatura, que demonstraram que
1155 a adição de minerais orgânicos na dieta de poedeiras proporciona uma coloração de gema
1156 mais atrativa (PAN et al., 2010).

1157 Em relação aos níveis de licopeno, obteve-se maior índice de gema ($P<0,01$) com a
1158 utilização de 800 mg de licopeno/kg de ração.

1159 Para a variável coloração de gema ($P<0,01$) observou-se aumento da intensidade com a
1160 adição de 800 mg de licopeno quando comparadas aos ovos provenientes de poedeiras
1161 alimentadas com ração sem à adição de licopeno. Isso demonstra que os carotenóides
1162 presentes nas dietas foram transferidos para o ovo, resultando em diferenças significativas
1163 na pigmentação da gema entre os tratamentos estudados.

1164 Estes resultados corroboram OLSON et al. (2008), que trabalhando com poedeiras
1165 observaram que aves alimentadas com 65, 257 ou 650 mg de licopeno/kg de ração
1166 apresentaram aumento na coloração da gema dos ovos quando comparados aquelas
1167 alimentadas com rações sem licopeno.

1168 Já o pH do albúmen e da gema ($P<0,05$) apresentaram maiores valores com a utilização
1169 de 400 mg de licopeno/ kg de ração.

1170 Avaliando o efeito do período de armazenamento dos ovos armazenados sob
1171 refrigeração, observou-se que os valores de TBARS, índice e coloração de gema
1172 mantiveram-se estáveis ($P>0,05$), não sendo influenciados pelo progresso do período de
1173 estocagem. Estes resultados demonstraram que provavelmente a estocagem sob
1174 temperaturas mais baixas minimizou as perdas de qualidade e da estabilidade dos ovos.

1175 SANTOS et al. (2009), ao avaliarem ovos de poedeiras armazenados em temperatura
1176 refrigerada, por um período de estocagem de sete, 14 e 21 dias, relataram que os ovos que

1177 permaneceram estocados por um maior período de tempo, apresentaram índice de
1178 coloração menor, ou seja, gemas mais claras, diferindo dos resultados encontrados neste
1179 trabalho.

1180 Os valores de unidade Haugh reduziram ($P<0,01$) com o armazenamento de 15 e 30
1181 dias quando comparados aos ovos frescos. O mesmo resultado foi encontrado por ALLEONI
1182 & ANTUNES (2001), BARBOSA et al. (2004) e GARCIA et al. (2010).

1183 Para as variáveis pH do albúmen e da gema ($P<0,01$) os maiores valores foram obtidos
1184 com 15 e 30 dias respectivamente.

1185

1186 CONCLUSÃO

1187 A estabilidade dos ovos não é alterada em função das fontes minerais (orgânica e
1188 inorgânica) e dos níveis de licopeno (400 e 800 mg) estudados. No entanto, o aumento do
1189 período de estocagem prejudica a qualidade dos ovos de poedeiras semipesadas, em
1190 ambas as condições de armazenamento.

1191

1192 REFERÊNCIAS

1193 AJAKAIYE, J.J.; CUESTA-MAZORRA, M.; GARCIA-DIAZ, J.R. Vitamins C and E can
1194 alleviate adverse effects of heat stress on live weight and some egg quality profiles of layer
1195 hens. **Pakistan Veterinary Journal**, v.31, p.30-35, 2011.

1196 ALLEONI, A.C.C.; ANTUNES, A.J. Unidade Haugh como medida da qualidade de ovos de
1197 galinha armazenados sob refrigeração. **Scientia Agricola**, v.58, p.681-685, 2001.

1198 BARBOSA, N.A.A.; FREITAS, E.R.; SAKOMURA, N.K. et al. Efeito da temperatura e do
1199 tempo de armazenamento na qualidade interna de ovos de poedeiras comerciais. **Brazilian**
1200 **Journal Poultry Science**, supl. 6, p.60-65, 2004.

1201 GARCIA, E.R.M.; ORLANDI, C.C.B.; OLIVEIRA, C.A.L. et al. Qualidade de ovos de
 1202 poedeiras semipesadas armazenados em diferentes temperaturas e períodos de estocagem.
 1203 **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, p.505-518, 2010.

1204 GIAMPIETRO, A.; SCATOLINI, A.M.; BOIAGO, M.M. et al. Estudo da metodologia de
 1205 TBARS em ovos. Departamento de Tecnologia – Unesp, 2008. Disponível em:
 1206 <http://www.avisite.com.br/cet/img/20080506_alinetbars.pdf>. Acesso em: 19 outubro 2012.

1207 GRANJA PLANALTO. Manual de manejo das poedeiras Dekalb Brown, 2009. 39p.

1208 HALLIWELL, B.; ZHAO, K.; WHITEMAN, M. The gastrointestinal tract: a major site of
 1209 antioxidant activity? **Free Radical Research**, v.33, p.819-830, 2000.

1210 MOURA, A.M.A.; OLIVEIRA, N.T.E.; THIEBAUT, J.T.L. et al. Efeito da temperatura de
 1211 estocagem e do tipo de embalagem sobre a qualidade interna de ovos de codorna
 1212 japonesas (*Coturnix japonica*). **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, p.578-583, 2008.

1213 NESHEIM, M.C.; AUSTIC, R.E.; CARD, L.E. **Poultry Production**. Philadelphia: Lea &
 1214 Febiger. 12.ed. 1979. 339p.

1215 OLSON, J.B.; WARD, N.E.; KOUTSOS, E.A. Lycopene Incorporation into Egg Yolk and
 1216 Effects on Laying Hen Immune Function. **Poultry Science**, v.87, p.2573–2580, 2008.

1217 PAN, E.A.; RUTZ, F.; DIONELLO, N.J.L. et al. Desempenho de poedeiras semipesadas
 1218 arraçadas com a suplementação de selênio orgânico. **Revista Brasileira de Agrociência**,
 1219 v.16, p.83-89, 2010.

1220 PASCOAL, L.A.F.; BENTO JUNIOR, F.A.; SANTOS, W.S. et al. Qualidade de ovos
 1221 comercializados em diferentes estabelecimentos na cidade de Imperatriz-MA. **Revista**
 1222 **Brasileira de Saúde Produção Animal**, v.9, p.150-157, 2008.

1223 RAMANATHAN, L.; DAS, N.P. Studies on the control of lipid oxidation in ground fish by some
 1224 polyphenolic natural products. **Journal of Food Chemistry**, v.40, p.17-21, 1992.

1225 ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELLE, J. et al. **Tabelas brasileiras para aves e**
 1226 **suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais.** 3.ed. Viçosa: UFV, 2011.
 1227 252p.

1228 SAHIN, K.; ONDERCI, M.C.; SAHIN, N. et al. Effects of lycopene supplementation on
 1229 antioxidant status, oxidative stress, performance and carcass characteristics in heat-stressed
 1230 Japanese quail. **Journal of Thermal Biology**, v.31, p.307-312, 2006.

1231 SALDANHA, E.S.P.B.; GARCIA, E.A.; PIZZOLANTE, C.C. et al. Effects of dietary trace
 1232 mineral sources and levels fed to layers in their second laying cycle on the quality of eggs
 1233 stored at different temperatures and for different periods. **Revista Brasileira de Ciência**
 1234 **Avícola**, v.12, p.223-231, 2010.

1235 SANTOS, M.S.V.; ESPÍNDOLA, G.B.; LÔBO, R.N.B. et al. Efeito da temperatura e
 1236 estocagem em ovos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.29, pp. 513-517, 2009.

1237 SHAMI, N.; MOREIRA, E. Licopeno como agente antioxidante. **Revista da Nutrição**, v.17,
 1238 p.227-36, 2004.

1239 SHANG, X.G.; WANG, F.L.; LI, D.F. et al. Effects of dietary conjugated linoleic acid on the
 1240 productivity of laying hens and egg quality during refrigerated storage. **Poultry Science**,
 1241 v.83, p.1688-1695, 2004.

1242 SILVA, F.A.S.; AZEVEDO, C.A.V. Versão do programa computacional Assistat para o
 1243 sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.4, n.1,
 1244 p.71-78, 2002.

1245 SILVA, F.A.S.; AZEVEDO, C.A.V. A new version of the assistat - statistical assistance
 1246 software. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4., 2006, Orlando,
 1247 USA. **Anais...** Saint Joseph: ASABE, 2006. p.393-397.

1248 SINGH, R.P.; PANDA, B. Comparative study on some quality attributes of quail and chicken
 1249 eggs during storage. **Indian Journal of Animal Sciences**, v.60, p.114-117, 1990.

1250 VYNCKE, B.W. Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic acid
1251 extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. **Fette-Scifen Anstrichmittel**, v.72,
1252 p.1084-1087, 1970.

1253 XAVIER, I.M.C.; CANÇADO, S.V.; FIGUEIREDO, T.C. et al. Qualidade de ovos de consumo
1254 submetidos a diferentes condições de armazenamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina**
1255 **Veterinária e Zootecnia**, v.60, p.953-959, 2008.

1256

CAPÍTULO IV

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avicultura de postura tem evoluído muito nos últimos anos e, como segmento importante na produção de alimento de alto valor biológico, tem se adequado às técnicas que possibilitam a melhoria da eficiência de produção das aves.

Os resultados obtidos neste trabalho demonstram que a adição de minerais orgânicos ou de licopeno às rações melhora o desempenho produtivo e alguns parâmetros de qualidade de ovos. No entanto, a estabilidade dos ovos não é alterada em função das fontes minerais (orgânica e inorgânica) e dos níveis de licopeno (400 e 800 mg) estudados.

Diante disso observa-se que apesar das inúmeras pesquisas realizadas, esses resultados ainda são contraditórios, demonstrando que são necessários estudos que avaliem não só o efeito dos minerais, mas também o ambiente em que as aves são alojadas, por exemplo, trabalhos onde os animais são criados em ambiente termoneutro e em estresse térmico, já que isso pode afetar diretamente no desempenho animal.

Outro ponto importante a ser considerado é que o licopeno é um ótimo pigmentante e entre uma série de carotenóides é um dos mais eficientes antioxidantes, porém informações relacionadas à área de nutrição animal ainda são muito escassas.

A biodisponibilidade do licopeno está relacionada com as formas isoméricas apresentadas, sendo este um dado de suma importância para um melhor respaldo científico, no entanto, não é um fato considerado relevante nas pesquisas atuais.

Dessa forma tornam-se necessárias pesquisas sobre a forma e o nível ideal a ser adicionado na alimentação de poedeiras em relação à incorporação deste na gema, já que espera-se que essa adição influencie diretamente na vida de prateleira dos ovos, possibilitando que o consumidor adquira um produto de maior qualidade nutricional. No entanto, os níveis utilizados neste trabalho não demonstraram efeito significativo na estabilidade dos ovos.