

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

Mariane de Oliveira Fernandes

**UTILIZAÇÃO DE VITAMINA E, SELÊNIO E CANTAXANTINA NA  
PRODUÇÃO E QUALIDADE DE OVOS DE POEDEIRAS COMERCIAIS**

Santa Maria, RS  
2016

**Mariane de Oliveira Fernandes**

**UTILIZAÇÃO DE VITAMINA E, SELÊNIO E CANTAXANTINA NA PRODUÇÃO E  
QUALIDADE DE OVOS DE POEDEIRAS COMERCIAIS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Avicultura, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Zootecnia**

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Pires Rosa

Santa Maria, RS  
2016

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Fernandes, Mariane de Oliveira  
Utilização de vitamina E, selênio e cantaxantina na  
produção e qualidade de ovos de poedeiras comerciais /  
Mariane de Oliveira Fernandes.-2016.  
71 f.; 30cm

Orientador: Alexandre Pires Rosa  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-  
Graduação em Zootecnia, RS, 2016

1. Antioxidantes 2. Índices produtivos 3.  
Armazenamento de ovos 4. Qualidade de ovos 5. Oxidação  
lipídica I. Rosa, Alexandre Pires II. Título.

---

© 2016

Todos os direitos autorais reservados a Mariane de Oliveira Fernandes. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

E-mail: mariane-of@hotmail.com

**Mariane de Oliveira Fernandes**

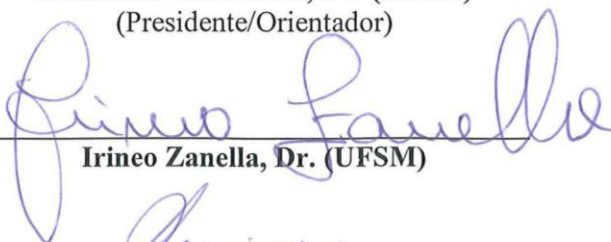
**UTILIZAÇÃO DE VITAMINA E, SELÊNIO E CANTAXANTINA NA PRODUÇÃO E  
QUALIDADE DE OVOS DE POEDEIRAS COMERCIAIS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Avicultura, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Zootecnia**

**Aprovado em 22 de fevereiro de 2016**



**Alexandre Pires Rosa, Dr. (UFSM)**  
(Presidente/Orientador)



**Irineo Zanella, Dr. (UFSM)**



**Priscila Becker Ferreira, Dr.<sup>a</sup>. (UNIPAMPA)**

Santa Maria, RS  
2016

## AGRADECIMENTOS

À meu Pai, Mario Abrilino Oliveira Fernandes pelo amor, carinho, compreensão, pela educação que me foi dada e por investir em meus estudos. Apesar das dificuldades, algumas vezes financeiras, não deixou de acreditar que este sonho fosse possível.

À minha Mãe, Eloisa de Oliveira Fernandes, pelo amor e carinho, por sempre me motivar e estar ao meu lado, por me ligar todos os dias para saber como estava, esta conquista dedico a Senhora.

À minha irmã, Tanise de Oliveira Fernandes, pessoa que admiro imensamente, pela comprometimento com suas coisas e pela sua força e dedicação. Apesar da distância sempre esteve presente quando precisei.

A meus avós que não estão mais presentes mas que com certeza serviram de exemplo ao longo de minha caminhada.

Aos meus amigos, tenho muita sorte em tê-los. Agradeço pelas conversas, conselhos, carinho e companheirismo.

À Universidade Federal de Santa Maria, por fornecer um ensino de qualidade, ao Departamento de Zootecnia, ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia e aos Professores que foram responsáveis pela minha formação. Muito obrigada.

Ao Professor Dr. Alexandre Pires Rosa, agradeço pelo conhecimento que me foi passado ao longo desses dois anos, pela confiança, pelos ensinamentos e pelas oportunidades oferecidas. Muito obrigada!

Ao Laboratório de Avicultura (LAVIC), e a toda sua equipe, agradeço de coração!

Aos colegas de pós-graduação, pela amizade, pela ajuda, apoio e compreensão. Muito Obrigada!

A todos os estagiários de graduação, o meu eterno obrigado, sem vocês não seria possível realizar meu experimento, com certeza essa conquista é de vocês também! Muito Obrigada!

## RESUMO

### UTILIZAÇÃO DE VITAMINA E, SELÊNIO E CANTAXANTINA NA PRODUÇÃO E QUALIDADE DE OVOS DE POEDEIRAS COMERCIAIS

AUTORA: Mariane de Oliveira Fernandes

ORIENTADOR: Alexandre Pires Rosa

O experimento foi conduzido em um aviário experimental localizado no Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria. O objetivo desse estudo foi avaliar o efeito antioxidante da Vitamina E, Cantaxantina e Selênio Orgânico sobre a qualidade de ovos armazenados (0, 7, 14, 21 e 28 dias) e índices produtivos de poedeiras comerciais da 40<sup>a</sup> a 55<sup>a</sup> semana de idade das aves. Foram utilizadas 320 fêmeas poedeiras da linhagem Novogen Brown distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado em 5 tratamentos com 8 repetições de 8 aves cada. Os tratamentos consistiram em: DCN - Dieta Controle negativo; DCTX - Dieta com adição de 6ppm de Cantaxantina; DVitE - Dieta com 200ppm de Vitamina E; DSe - Dieta com 0,4ppm de Selênio; DCTXVitESe - Dieta com adição de 6ppm de Cantaxantina + 200ppm de Vitamina E + 0,4ppm de Selênio. A fase experimental foi dividida em 4 períodos de 28 dias. A taxa de postura foi afetada significativamente em aves que receberam a DSe no 3<sup>o</sup> e 4<sup>o</sup> período. As aves que receberam DSe e DCTXVitESe apresentaram maior peso de ovos no 1<sup>o</sup> período, no 4<sup>o</sup> período a DCTX obteve melhor peso de ovo. A DSe proporcionou uma melhor conversão alimentar por dúzias de ovos no 4<sup>o</sup> período. A conversão alimentar por massa de ovos foi melhor para aves alimentadas com DCTX, DSe e DCTXVitESe no 4<sup>o</sup> período. As aves alimentadas com DCTX e DCTXVitESe apresentaram maior peso de ovos quando armazenados por 28 dias no 1<sup>o</sup> período. As aves que receberam DCTX apresentaram um melhor percentual de gema em ovos armazenados durante 28 dias no 3<sup>o</sup> período, no 4<sup>o</sup> período para ovos sem armazenamento e em ovos com 14 dias de estocagem. No 4<sup>o</sup> período as aves alimentadas com DVitE apresentaram um melhor percentual de gema e de albúmen para ovos sem armazenamento e com 21 dias de estocagem. O percentual de albúmen foi melhor em ovos de aves alimentadas com DCTX no 4<sup>o</sup> período com 28 dias de armazenamento e sem armazenamento. Aves alimentadas com DSe apresentaram um melhor índice de gema em ovos armazenados por 28 dias no 1<sup>o</sup> período. Obteve-se uma melhor coloração de gema através da DCTX e DCTXVitESe em todos os períodos. A utilização da DSe foi melhor para a variável unidade Haugh em ovos armazenados por 7 dias no 1<sup>o</sup> período. O teor mais baixo de substâncias que reagem com o Ácido Tiobarbitúrico (TBARS), foi em gemas de ovos de poedeiras alimentadas com DVitE com 21 dias de armazenamento. Não foram encontradas diferenças estatísticas para as variáveis de consumo de ração, peso corporal, resistência da membrana vitelina, percentual e espessura de casca, pH de albúmen e densidade específica ( $P>0,05$ ). A utilização dos diferentes aditivos contribuiu para a melhora dos índices produtivos e de qualidade de ovos.

**Palavras-chave:** Antioxidantes. Índices produtivos. Armazenamento de ovos. Qualidade de ovos. Oxidação lipídica.

## ABSTRACT

### EFFECT VITAMIN E, SELENIUM AND CANTHAXANTHIN IN THE PRODUCTION AND QUALITY EGG OF LAYING HENS

AUTHOR: MARIANE DE OLIVEIRA FERNANDES  
ADVISER: ALEXANDRE PIRES ROSA

The experiment was conducted in an experimental avian located at the Polytechnic School of the Federal University of Santa Maria. The aim of this study was to evaluate the antioxidant effect of vitamin E, Canthaxanthin and Organic Selenium on the quality of stored eggs (0, 7, 14, 21 and 28 days) and production rates of commercial layers from 40 to 55 week of age. In total, 320 hens females of lineage Novogen Brown were distributed in a completely randomized design with 5 treatments with 8 replicates of 8 hens each. The treatments were: T1 (DNC) - Diet Negative control; T2 (DCTX) - Diet with added 6ppm of Canthaxanthin; T3 (DVitE) - diet with 200 ppm of Vitamin E; T4 (DSe) - Diet with 0,4ppm Selenium; T5 (DCTXVitESe) - Diet with added 6ppm of Canthaxanthin + 200ppm of vitamin E + 0,4ppm of Selenium . The experimental phase was divided into four periods of 28 days. The laying rate was significantly affected in hens fed with DSe in the 3rd and 4th period. Hens from DSe and DCTXVitESe had higher egg weight in the 1st period and hens fed with DCTX had better egg weight in the 4th period. The DSe provided a better feed conversion per dozen eggs in the 4th period. The feed conversion by egg mass was better for hens fed DCTX, DSe and DCTXVitESe in the 4th period. Hens fed DCTX and DCTXVitESe had higher egg weight when stored for 28 days in the 1st period. Hens from DCTX had a better percentage yolk in eggs stored for 28 days in the 3rd period and, the 4th period for eggs without storage and in eggs with 14 days of storage. In the 4th period the hens fed with DVitE had a better percentage of yolk and albumen for eggs without storage and in the eggs with 21 days of storage. The albumen percentage was better in eggs with 28 days of storage and without storage from hens fed with DCTX in the 4th period. Hens fed DSe had a better yolk index in eggs stored for 28 days in the 1st period. Eggs of hens had a better yolk color with diets DCTX and DCTXVitESe in all periods. The use of the DSe was better for the variable Unit Haugh of eggs stored for 7 days in the 1st period. The lower content of substances which react with thiobarbituric acid (TBARS) was on egg yolks of the hens fed with DVitE in the 21 days of storage. There were no differences for the variables: feed consumption, body weight, vitelline membrane strength, percentage and thickness of shell, pH of albumen and specific gravity ( $P>0.05$ ). The use of different additives contributes to improve of production rates and quality of eggs.

**Keywords:** Antioxidants. Production rates. Storage of eggs. Egg quality. Lipid oxidation.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição centesimal das dietas e perfil nutricional dos tratamentos .....	28
Tabela 2 – Produção total de ovos (%) nos períodos experimentais.....	34
Tabela 3 – Consumo diário (g/ave/dia) nos períodos experimentais .....	35
Tabela 4 – Peso médio de ovos nos períodos experimentais .....	36
Tabela 5 – Conversão alimentar por dúzia (dz) e quilogramana (Kg) de ovos produzidos nos diferentes períodos .....	37
Tabela 6 – Peso corporal médio das poedeiras (g/ave) nos períodos avaliados .....	38
Tabela 7 – Peso dos ovos (g) durante os períodos de estudo nos diferentes tempos de armazenamento (0, 7, 14, 21 e 28 dias) .....	39
Tabela 8 – Percentual (%) de gema, durante os períodos de estudo nos diferentes tempos de armazenamento (0, 7, 14, 21 e 28 dias) .....	41
Tabela 9 – Percentual (%) de albúmen, durante os períodos de estudo nos diferentes tempos de armazenamento (0, 7, 14, 21 e 28 dias) .....	42
Tabela 10 – Índice de gema durante os períodos de estudo nos diferentes tempos de armazenamento (0, 7, 14, 21 e 28 dias) .....	43
Tabela 11 – Coloração de gema durante os períodos de estudo nos diferentes tempos de armazenamento (0, 7, 14, 21 e 28 dias) .....	45
Tabela 12 – Unidade Haugh durante os períodos de estudo nos diferentes tempos de armazenamento (0, 7, 14, 21 e 28 dias) .....	46
Tabela 13 – Valor de TBARS ( $\mu\text{g}$ de malondialdeído/kg de gema) da gema no período total de estudo nos diferentes tempos de armazenamento (0, 7, 14, 21 e 28 dias) .....	48
Tabela 14 – Percentual (%) de casca, durante os períodos de estudo nos diferentes tempos de armazenamento (0, 7, 14, 21 e 28 dias) .....	49
Tabela 15 – Resistência da membrana vitelina durante os períodos de estudo nos diferentes tempos de armazenamento (0, 7, 14, 21 e 28 dias) .....	50
Tabela 16 – pH de albúmen durante os períodos de estudo nos diferentes tempos de armazenamento (0, 7, 14, 21 e 28 dias) .....	51
Tabela 17 – Densidade específica (g/ml) de ovos de poedeiras comerciais nos períodos de estudo .....	52
Tabela 18 – Espessura de casca nos diferentes períodos de estudo .....	52



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Reação do ácido do ácido 2-tiobarbitúrico (TBA) com o malonaldeído (MDA).....	18
--	----

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2</b>	<b>ESTUDO BIBLIOGRÁFICO</b> .....	13
2.1	ESTRUTURA E COMPOSIÇÃO DO OVO .....	13
2.2	QUALIDADE DE OVOS EM PRATELEIRA .....	15
2.3	RADICAIS LIVRES E OXIDAÇÃO LIPÍDICA .....	17
2.4	ANTIOXIDANTES .....	18
<b>2.4.1</b>	<b>Vitamina E</b> .....	19
<b>2.4.2</b>	<b>Selênio</b> .....	21
<b>2.4.3</b>	<b>Carotenoides</b> .....	23
2.4.3.1	<i>Cantaxantina</i> .....	24
<b>3</b>	<b>HIPÓTESES E OBJETIVOS</b> .....	26
3.1	HIPÓTESES .....	26
3.2	OBJETIVOS .....	26
<b>3.2.1</b>	<b>Geral</b> .....	26
<b>3.2.2</b>	<b>Específicos</b> .....	26
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	27
4.1	LOCAL E ÉPOCA .....	27
4.2	INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS .....	27
4.3	ANIMAIS .....	27
4.4	ALIMENTAÇÃO E PREPARO DAS DIETAS .....	27
4.5	TRATAMENTOS .....	28
4.6	FASES E PERÍODOS EXPERIMENTAIS .....	29
4.7	PARÂMETROS ESTIMADOS .....	29
<b>4.7.1</b>	<b>Desempenho produtivo</b> .....	29
4.7.1.1	<i>Taxa de postura</i> .....	29
4.7.1.2	<i>Consumo de ração</i> .....	29
4.7.1.3	<i>Peso médio dos ovos</i> .....	29
4.7.1.4	<i>Peso corporal</i> .....	30
4.7.1.5	<i>Massa de ovos</i> .....	30
4.7.1.6	<i>Conversão alimentar por dúzia e massa de ovos</i> .....	30
<b>4.7.2</b>	<b>Qualidade de ovos</b> .....	30
4.7.2.1	<i>Peso dos ovos armazenados e porcentagem de casca, gema e albúmen</i> .....	30
4.7.2.2	<i>Resistência da membrana vitelina</i> .....	31
4.7.2.3	<i>Índice de gema</i> .....	31
4.7.2.4	<i>Coloração de gema</i> .....	31
4.7.2.5	<i>Unidade Haugh</i> .....	31
4.7.2.6	<i>pH de albúmen</i> .....	32
4.7.2.7	<i>Densidade específica</i> .....	32
4.7.2.8	<i>Espessura de casca</i> .....	32
4.7.2.9	<i>Substâncias que reagem ao ácido tiobarbitúrico (TBARS)</i> .....	32
<b>4.7.3</b>	<b>Delineamento e análise estatística</b> .....	33
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	34
5.1	DESEMPENHO PRODUTIVO .....	34
5.2	QUALIDADE DE OVOS .....	38
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	53
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	54

<b>ANEXOS</b> .....	64
<b>ANEXO A – TEMPERATURA MÍNIMA E MÁXIMA DURANTE O PERÍODO EXPERIMENTAL TOTAL</b> .....	65
<b>ANEXO B – VISTA INTERNA DO GALPÃO EXPERIMENTAL</b> .....	66
<b>ANEXO C – PESAGEM DAS AVES</b> .....	66
<b>ANEXO D – SALA DE ESTOCAGEM DOS OVOS</b> .....	66
<b>ANEXO E – DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA DA MEMBRANA VITELINA</b> .....	67
<b>ANEXO F – DETERMINAÇÃO DA ALTURA DE GEMA</b> .....	67
<b>ANEXO G – DETERMINAÇÃO DO DIÂMETRO DE GEMA</b> .....	68
<b>ANEXO H – DETERMINAÇÃO DA COLORAÇÃO DE GEMA COM O LEQUE COLORIMÉTRICO YOLK COLOR FAN (DSM)</b> .....	68
<b>ANEXO I – DETERMINAÇÃO DA ALTURA DO ALBÚMEN DENSO</b> .....	69
<b>ANEXO J – DETERMINAÇÃO DO PH DE ALBÚMEN</b> .....	69
<b>ANEXO K – DETERMINAÇÃO DA ESPESSURA DE CASCA</b> .....	70
<b>ANEXO L – DETERMINAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS QUE REAGEM AO ÁCIDO TIOBARBITÚRICO (TBARS)</b> .....	70
<b>ANEXO M – CERTIFICADO DE APROVAÇÃO DA COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS</b> .....	71

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil está entre os dez maiores produtores mundiais de ovos. O plantel de poedeiras comerciais em 2013 foi de, aproximadamente, 90 milhões de aves, com uma produção anual superior a 34 bilhões de ovos. A grande maioria destes ovos é destinada ao consumo interno com cerca de 169 ovos consumidos *per capita* por ano em 2013 (UBABEF, 2014).

As poedeiras comerciais são geneticamente selecionadas para atingir altos níveis de desempenho durante os ciclos de postura. Entretanto, vários fatores podem afetar negativamente a expressão do seu potencial produtivo e a qualidade dos ovos. Neste contexto, verifica-se que uma nutrição adequada possibilita a otimização do metabolismo e a maximização do desempenho (ARAUJO et al., 2008).

O ovo é um dos mais completos alimentos conhecidos, possuindo um excelente balanço de proteínas, gorduras, carboidratos, minerais e vitaminas, sendo, portanto, altamente nutritivo (ENSMINGER, 1992). No entanto, é um meio ideal para crescimento de microrganismos patogênicos, tornando-se um alimento perecível, podendo perder sua qualidade rapidamente (THERON et al., 2003).

Vários estudos têm sido realizados avaliando a utilização de antioxidantes na alimentação de poedeiras, com o intuito de manter a qualidade e aumentar a vida de prateleira dos ovos. Os principais antioxidantes utilizados obtidos, sobretudo de produtos de origem vegetal, são: os compostos fenólicos, carotenoides, Vitamina C (ácido ascórbico), Vitamina E e o Selênio (SILVA et al., 2010).

Segundo Duarte-Almeida et al. (2006), os antioxidantes são substâncias que retardam a velocidade da oxidação através da inibição da produção ou dos efeitos deletérios dos Radicais Livres (RL). Assim, os antioxidantes têm como função de retardar ou inibir a ação oxidante de RL presentes em alimentos e nos organismos de seres vivos.

A Vitamina E também exerce funções benéficas como antioxidante, inibindo a peroxidação lipídica dos ácidos graxos insaturados (BATISTA et al., 2007) e neutralizando a formação de RL e produtos secundários da oxidação interrompendo as reações em cadeia na membrana (ARAUJO, 2008).

O Selênio é um micromineral e pode ser adicionado à alimentação animal na forma inorgânica, como selenito ( $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ ) ou selenato de sódio ( $\text{Na}_2\text{SeO}_4$ ) e na forma orgânica, como selenometionina ou selenocisteína, provenientes de alimentos vegetais e animais ou

produzidos por microrganismos (SAAD, 2009). Uma das principais funções do Selênio, segundo Leeson e Summers (2001) é a participação do elemento na enzima glutathione peroxidase que oxida a glutathione e destrói peróxidos, isso previne o ataque por peróxidos aos ácidos graxos poli-insaturados presentes nas membranas lipídicas.

Os carotenoides são aditivos não alimentares que podem ser adicionados à dieta, além de ser pigmentante, possuem atividades antioxidantes, protegendo as células contra os processos de oxidação. São conhecidos como precursores de Vitamina A, onde possuem importante papel antioxidante, pigmentantes de pró-Vitamina E imunomoduladoras, pois removem RL, absorvem e dissipam o excesso de energia destes e reciclam a Vitamina E (WILLIAMS et al., 1998). A Cantaxantina está entre os carotenoides que apresentam alguma ação antioxidante.

O tempo de estocagem, temperatura dos ovos, linhagem e idade da poedeira, manejo nutricional e estado sanitário são fatores que exercem influência na qualidade de albúmen e gema (BERARDINELLI et al., 2003). Quando a qualidade dos ovos é insatisfatória pode acarretar prejuízos econômicos às indústrias e à saúde do consumidor. O tempo de validade de ovos de consumo também tem sido motivo de discussões, segundo Souza e Souza (1995), ovos sob refrigeração tem validade de até 60 dias a partir da data da postura. No entanto, segundo Pascoal et al. (2008) 92% dos ovos comercializados “*in natura*” no mercado interno é desprovido de refrigeração e, devido a isso deteriora-se no máximo em 15 dias após a postura.

O presente estudo teve por objetivo avaliar o efeito da suplementação da Vitamina E, Cantaxantina e Selênio sobre os aspectos produtivos, além do efeito antioxidante sobre a vida de prateleira e qualidade interna e externa dos ovos armazenados em temperatura ambiente.

## 2 ESTUDO BIBLIOGRÁFICO

### 2.1 ESTRUTURA E COMPOSIÇÃO DO OVO

O ovo é constituído por quatro partes principais: casca, membrana da casca, gema e clara ou albúmen. Além disso, possui outras partes em menor volume, como o disco germinativo, as chalazas (cordão chalazífero), a câmara de ar e a cutícula. A casca representa 10% do peso do ovo, enquanto que a gema representa 30% do peso total do ovo e o albúmen, representa 60% do peso do ovo (BENITES et al., 2005).

A casca é essencial para manter a integridade dos componentes dos ovos, é considerada invólucro natural do ovo, sendo constituída por um complexo de substâncias orgânicas e minerais e, representa de 8 a 11 % dos constituintes do ovo, possui 94% de carbonato de cálcio, 1,4% de carbonato de magnésio, 3% de glicoproteínas, mucoproteínas, colágeno e mucopolissacarídeos. A parte mineral é composta por 98,2% de carbonato de cálcio; 0,9% de carbonato de magnésio; e 0,9% de fosfato de cálcio (ORNELLAS, 2001).

Conforme Solomon (1991), a casca do ovo tem espessura de 0,28 a 0,42mm e contém 7.000 a 17.000 poros com aproximadamente 13 micra de diâmetro, conferindo permeabilidade para a troca de gases. Estes poros são cobertos por uma cutícula composta de cera que protege o ovo da perda de água e impede a penetração de microrganismos (BENITES et al., 2005).

A membrana da casca é formada por duas camadas: uma externa mais espessa denominada de “esponjosa”, próxima à casca; e outra interna mais fina conhecida como “mamilária”. Ambas são formadas por fibras proteicas inter cruzadas. Esta estrutura confere resistência à casca e impermeabiliza o conteúdo dos ovos de microrganismos (RAMOS, 2008).

A câmara de ar encontra-se na extremidade de maior diâmetro do ovo, é um espaço formado entre a membrana interna e externa da casca. A câmara de ar é formada no momento da postura, quando ocorre o resfriamento do ovo ao passar da temperatura corporal da ave de aproximadamente 39°C a temperatura ambiente inferior e, devido a isso, ocorre contração da membrana interna e o vácuo resultante favorece a entrada de ar na câmara (BENITES et al., 2005). A câmara de ar é importante na mensuração de qualidade interna do ovo. Em ovos frescos ela é quase inexistente, conforme aumenta o tempo de armazenagem do ovo, a câmara de ar aumenta e ocorre uma perda de umidade e gás carbônico pelos poros da casca permitindo a penetração do ar no ovo (LLOBET et al., 1989).

O albúmen ou clara do ovo é composta de 88,5% de água e 13,5% de proteínas, vitaminas do complexo B (Riboflavina – B2) e possui traços de gorduras (FAO, 2010). A maior parte da água presente no ovo está armazenada no albúmen, correspondendo a 88% de seu conteúdo. O albúmen é uma solução de proteínas, estando a ovomucina presente em 54% do conteúdo total. Estão ainda presentes a ovalbumina, conalbumina, ovomucoide, lisozima, globulina e avidina. Há somente cerca de 1% de carboidratos no albúmen e o conteúdo de lipídios é de 0,1 a 0,2% (ORDÓNEZ, 2005; SOUZA-SOARES e SIEWERDT, 2005). A clara é organizada em três frações, que se diferenciam quanto à viscosidade: possui uma fração externa, fluida e fina que corresponde a 23% da clara, uma intermediária, espessa e densa que corresponde a 57% e, uma interna fluida e fina que representa 20%. Junto à clara também encontram-se as chalazas (SEIBEL, 2005).

A gema constitui aproximadamente de 27 a 32% do peso do ovo e é composta por 50% água e 34% de lipídeos, 16% de proteína, vitaminas solúveis em lipídios A, D, E e K, glicose, lecitina e sais minerais, envolta pela membrana vitelina (OLIVEIRA, 2006). A gema adquire água do albúmen durante o período de armazenamento de ovos, portanto o seu conteúdo em umidade pode variar de 46 a 59%, dependendo do tempo e condições de armazenamento (ORDÓNEZ, 2005). A porção lipídica é constituída por 66% de triacilgliceróis, 28% de fosfolipídios e 5% de colesterol. Entre os ácidos graxos que compõe a porção lipídica 64% são insaturados com predominância de ácido oleico e linoleico (CLOSA, 1999).

As proteínas da gema do ovo geralmente são ligadas aos lipídios e são denominadas de lipoproteínas. Quando estas lipoproteínas são fracionadas, por centrifugação resultam em um sedimento denominado de grânulos (lipoproteína de alta densidade - HDL). Já a fração sobrenadante denominada plasma (lipoproteína de baixa densidade - LDL) é constituída pela lipovitelinina, livetinas e proteína de ligação da riboflavina (Flavina ou Vitamina B2) (KOVACS-NOLAN, 2005; RAMOS, 2008).

A gema é rica em pigmentos, sendo os principais os carotenoides e a riboflavina, constituindo 0,02% do peso seco do ovo (RAMOS, 2008). A coloração amarelada da gema é devido principalmente à presença de xantofilas (luteína e zeaxantina) e a traços de  $\beta$ -caroteno, podendo variar conforme a fonte dietética fornecida às aves (MÍNGUEZ-MOSQUERA et al., 2002).

## 2.2 QUALIDADE DE OVOS EM PRATELEIRA

A qualidade do ovo depende de várias características que propiciam a aceitação do produto pelos consumidores, sendo avaliados os aspectos externos que estão associados com a qualidade da casca, considerando sua estrutura e higiene. Já os aspectos internos são: albúmen, gema, câmara de ar, cor, odor, sabor e manchas de sangue (MENDES, 2010).

A linhagem, idade, alimentação, temperatura, umidade relativa e duração do armazenamento, também são fatores que exercem influência na qualidade interna dos ovos (BERARDINELLI et al., 2003). Com o aumento da idade da ave, o peso do ovo e a porcentagem da gema aumentam enquanto que as porcentagens de casca e albúmen diminuem. Dessa forma, os ovos produzidos por aves mais velhas podem apresentar qualidade de casca inferior, de forma a interferirem negativamente na qualidade interna dos mesmos (GARCIA et al., 2010).

Embora a legislação brasileira (MAPA, 1997) determine condições mínimas internas (câmaras de ar variando de 4 a 10 mm, gemas translúcidas, firmes, consistentes e sem germe desenvolvido, claras transparentes, consistentes, límpidas, sem manchas e com as chalazas intactas), na prática, somente o peso e as características da casca têm sido considerados.

Segundo Silversides et al. (1993) a utilização da fórmula da unidade Haugh é adequada para avaliar a qualidade interna de ovos, sendo de uso universal, devido à facilidade de aplicação e alta correlação com a aparência do ovo. De acordo com Oliveira (2006), o valor da unidade Haugh de ovos frescos diminui com o aumento da idade da galinha poedeira. A perda de peso do ovo durante o armazenamento e o pH do albúmen são outros métodos analíticos que poderiam ser utilizados para avaliar a qualidade (KAROUI et al., 2006). Entretanto, somente estes parâmetros não podem ser utilizados para a avaliação da qualidade do ovo. Há, portanto, necessidade de se dispor de métodos analíticos capazes de avaliar a qualidade de ovos e derivados de forma mais objetiva.

A redução da qualidade interna dos ovos está associada, principalmente, à perda de água e de Dióxido de Carbono, durante o período de estocagem e é proporcional à elevação da temperatura do ambiente, pois acelera as reações físico-químicas levando a degradação da estrutura da proteína presente na albumina espessa, tendo como produto das reações a água ligada a grandes moléculas de proteínas que passam para a gema por osmose (LEANDRO et al., 2005). A perda de Gás Carbônico resulta em uma alteração no sabor do ovo em decorrência do aumento da alcalinidade (MORENG e AVENS, 1990).



Além da qualidade interna, a qualidade externa em ovos, por meio da avaliação da qualidade da casca, é de suma importância. Os ovos são expostos a danos na casca durante a postura, coleta e transporte, dando origem à uma perda elevada na produção devido à cascas quebradas. Portanto a força da casca para resistir às quebras torna-se um importante fator para manter a integridade do ovo e de seu conteúdo (ROSE, 1997).

O tempo de armazenamento tem um papel fundamental na conservação dos ovos, pois, à medida que se prolonga esse período, ocorre reação física e química e, conseqüentemente multiplicação microbiana. O tempo e a temperatura também devem estar associados a outros fatores para garantir a preservação das propriedades do ovo. Para isso, o emprego de tecnologia adequada logo após a postura é necessário para prolongar a vida útil do ovo e de seus produtos derivados (SEIBEL, 2005). De acordo com Leandro et al. (2005) os efeitos do clima tropical, temperatura e umidade relativa do ar são fatores importantes que interferem na qualidade dos ovos durante a estocagem, sendo que em locais onde a temperatura ambiente é alta e os ovos não são refrigerados, eles devem ser consumidos em até uma semana após a postura.

A temperatura recomendada para o armazenamento de ovos frescos é entre 8 e 15°C, com uma umidade relativa do ar entre 70 e 90%. Quando o armazenamento ultrapassa 30 dias, a temperatura deve ficar entre 0 e 12°C. Para longos períodos, a umidade relativa deve estar entre 70 e 80% (MAPA, 1990). De acordo com Ordóñez (2005), o armazenamento entre 0 e 1,5°C com umidade relativa de 85 e 90%, mantém a qualidade de ovos por 6 a 9 meses.

Um estudo de Rodrigues (1998) demonstrou que em 10% dos supermercados, os ovos permaneciam por mais de quinze dias expostos em prateleiras antes de serem vendidos. Vale destacar que a validade máxima de um ovo, em temperatura ambiente, sem deteriorar a sua qualidade interna, varia de quatro a quinze dias após a data de postura (OLIVEIRA, 2000). Do ponto de vista comercial, a refrigeração preserva a qualidade interna dos ovos, na qual seria bastante favorecida, se o ovo saísse da granja diretamente para a geladeira onde seria mantido em temperatura na faixa de 0 a 4°C, garantindo ao consumidor um produto saudável, nutritivo e saboroso, podendo ser consumido com toda segurança (CARVALHO et al., 2003).

Singh e Panda (1990) avaliaram a perda de peso em ovos armazenados a  $5 \pm 1^\circ\text{C}$  e a  $32 \pm 2^\circ\text{C}$  e confirmaram que a perda de peso foi mais acentuada em ovos armazenados em temperatura ambiente. A perda de peso em ovos armazenados a  $32 \pm 2^\circ\text{C}$  foi de 3,57 g após 7 dias, alcançando 9,25 g em 21 dias de armazenamento. Para ovos armazenados à  $5 \pm 1^\circ\text{C}$ , após 14 dias, a perda de peso foi de 2,16 g, e após 8 semanas foi de 10,03 g.

### 2.3 RADICAIS LIVRES E OXIDAÇÃO LIPÍDICA

A oxidação é um processo extremamente importante no metabolismo dos animais, por meio dos quais os nutrientes provenientes dos alimentos são oxidados com a finalidade de gerar calor, produzir energia para os processos metabólicos e transformar nutrientes em tecido corporal. Por outro lado, enquanto o oxigênio é essencial ao metabolismo, os sistemas biológicos oferecem condições favoráveis para ocorrência de reações oxidativas, que podem destruir componentes importantes dos alimentos como as vitaminas lipossolúveis (A, D, E, K) e ácidos graxos essenciais (ácidos Linoleico, Linolênico e Araquidônico), além de danos as estruturas celulares e aos tecidos animais (ADAMS, 1999).

A gema é composta de 30 a 34% de gorduras, contendo colesterol (5% do total gorduroso), triglicerídeos (66%), fosfolipídios (28%) e ácidos graxos livres (1%), sendo que na porção lipídica, as maiores concentrações são de ácidos graxos insaturados (SARCINELLI, 2007).

Os lipídios são susceptíveis ao ataque dos radicais livres (RL) e a oxidação ocorre como uma reação em cadeia. Os ácidos graxos poli-insaturados (PUFA) são mais susceptíveis à oxidação, resultando na formação de alcanos, aldeídos, alcoóis e hidroperóxidos, entre outros produtos (HOGG e KALYANARAMAN, 1999). Esta maior susceptibilidade dos PUFA à oxidação deve-se ao fato de que os hidrogênios bis-aliílicos do grupo metileno são mais susceptíveis à abstração pelos radicais oxidáveis do que os hidrogênios metilênicos dos lipídios saturados. Isso porque hidrogênio bis-aliílico, hidrogênio ligado a um carbono adjacente a duas ligações duplas, possui menor energia de dissociação facilitando o processo de abstração.

Araújo (2006), menciona que RL são substâncias químicas que apresentam número ímpar de elétrons, sendo assim muito instáveis e altamente energéticos. Para se tornarem estáveis, os radicais livres transferem a energia acumulada para as substâncias próximas a eles, principalmente nos PUFA.

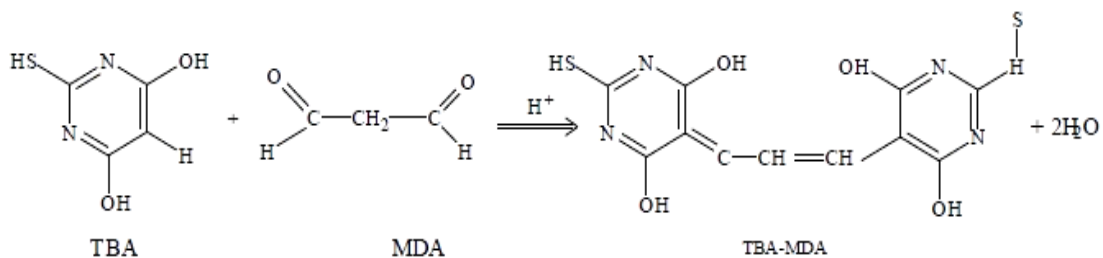
Em alimentos, a formação de RL ocorre pela ação direta de fontes externas de energia, como luz, calor e radiação. A oxidação dos lipídios é uma das mais importantes causas da deterioração dos alimentos, devido à formação de sabores e odores indesejáveis (rancidez oxidativa), bem como a formação de substâncias tóxicas potencialmente perigosas quando ingeridas pelas aves e pelo homem (ROCHA, 2011).

Segundo Silva et al. (1999), é possível distinguir estas três etapas de evolução oxidativa da seguinte forma: a) desaparecimento dos substratos de oxidação – lipídio

insaturado, oxigênio; b) aparecimento dos produtos primários de oxidação – peróxidos e hidroperóxidos – cuja estrutura depende da natureza dos ácidos graxos presentes; e c) aparecimento dos secundários de oxidação, obtidos por cisão e rearranjo dos peróxidos. Os peróxidos são intermediários instáveis, especialmente se expostos a altas temperaturas ou em presença de metais de transição, portanto eles são decompostos pela interação com radicais livres, formando o radical peroxil ( $\text{LOOH} + \text{R} \rightarrow \text{LOO} \cdot + \text{RH}$ ), ou pela ruptura da ligação oxigênio-oxigênio, que é relativamente fraca, formando os radicais alcoxil ( $\text{LO} \cdot$ ) e hidroxil ( $\cdot\text{OH}$ ). Os produtos secundários são produzidos no decurso da decomposição dos primários. Dentre esses, um dos principais é o malondialdeído (MDA).

O MDA é formado durante a oxidação dos PUFA por cisão beta dos PUFA peroxidados, principalmente do ácido araquidônico (LIMA e ABDALLA, 2001). Este aldeído com três átomos de carbono ( $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_2$ ) é muito utilizado para avaliar a oxidação lipídica em alimentos e principalmente o estresse oxidativo em amostras biológicas, através do teste de substâncias reativas com o ácido tiobarbitúrico, conhecido como TBARS. O princípio do TBARS baseia-se na reação de uma molécula de MDA com duas de ácido tiobarbitúrico (TBA), em meio ácido e sob altas temperaturas, formando um complexo vermelho, que pode ser determinado por absorção no visível (532 nm) ou por fluorescência (Figura 2).

Figura 1 - Reação do ácido 2-tiobarbitúrico (TBA) com o malondialdeído (MDA).



## 2.4 ANTIOXIDANTES

Segundo Duarte-Almeida et al. (2006), os antioxidantes são substâncias que retardam a velocidade da oxidação através da inibição da produção, ou dos efeitos deletérios dos radicais livres presentes em alimentos e nos organismos de seres vivos.

São definidos como aditivos alimentares, que prolongam o tempo de conservação de alimentos, protegendo-os contra a deterioração causada pela oxidação. Eles são descritos, segundo o seu mecanismo de ação, como aditivos que reagem com radicais livres formando

produtos inativos ou quanto à sua presença em alimentos, como qualquer substância capaz de retardar ou impedir a rancidez ou outras deteriorações de sabor devido à oxidação (POKORNY et al., 2001).

Os antioxidantes controlam o potencial efeito negativo do estresse oxidativo, por meio do balanço entre pro-oxidantes e antioxidantes reduzindo os efeitos dos radicais livres e dos metabólitos tóxicos que podem prejudicar a reprodução, o crescimento normal e a capacidade de resposta imunológica (CONSTANTINI e MOLLER, 2009; SURAI, 2006).

Existem vários antioxidantes sintetizados pelo organismo das aves, mas que precisam de precursores, especialmente minerais, como Selênio, Zinco, Cobre, Manganês e Ferro, para a síntese de enzimas de função antioxidante, como a glutathione peroxidase, tiredoxina redutase, superóxido dismutase, catalase. As vitaminas E, C e os carotenoides executam da mesma maneira atividade antioxidante, de forma a proteger as células da ação dos radicais livres, reforçando a importância da presença destes nutrientes na alimentação (SURAI, 2006).

Considerando que o ovo apresenta alto conteúdo de ácidos graxos insaturados, os quais são mais propensos à oxidação lipídica, vários estudos têm sido realizados avaliando a utilização de antioxidantes na alimentação de poedeiras. Destacando-se a enzima glutathione peroxidase dependente do Selênio, juntamente com as vitaminas A, E, C e carotenoides, capazes de combater a formação e propagação dos radicais livres (SURAI, 2000).

#### **2.4.1 Vitamina E**

A Vitamina E é necessária ao organismo, nele exerce várias funções como atividade antioxidante, manutenção das membranas das células, efeito anti-inflamatório e estímulo da resposta imune (AUSTRALIAN EGG, 2005).

Considerada um antioxidante lipossolúvel natural, a Vitamina E é essencial para humanos e muitos animais, consistindo de quatro isômeros de tocoferóis em formas saturadas e quatro isômeros de tocotrienóis em formas insaturadas ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  e  $\delta$ ) (HALLIWEL e ARUOMA, 1997). Os isômeros de tocoferóis diferem no número e na posição do grupo metil no anel cromanol. O  $\alpha$ -tocoferol é o mais reativo dos tocoferóis e atua como melhor antioxidante, quando comparado com os seus homólogos  $\beta$ ,  $\gamma$  e  $\delta$  – tocoferol. A Vitamina E pode ser encontrada na forma natural ou sintética. Ela é encontrada em óleos vegetais, fígado, legumes e, em geral, plantas verdes. Já as formas comerciais mais comuns são o acetato de dl- $\alpha$ -tocoferol ou acetato de d- $\alpha$ -tocoferol, sendo a primeira forma considerada como padrão internacional (um mg igual a uma UI).

O  $\alpha$ -tocoferol é forma antioxidante amplamente distribuída nos tecidos e no plasma é o mais conhecido do grupo de compostos com atividade de Vitamina E, pois é a forma biologicamente ativa em funções fisiológicas quando comparado aos demais, maior índice de absorção intestinal, maior deposição nos tecidos e menor excreção fecal, além de ser oxidado mais lentamente (MACHLIN, 1991). A Vitamina E por não ser sintetizada em quantidades suficientes pelo organismo, faz com que os animais sejam dependentes de fontes dietéticas dessa vitamina.

A absorção da Vitamina E está relacionada com o metabolismo das gorduras, com a ação da bÍlis e da lipase pancreática (MCDOWELL, 1989). A absorção da Vitamina E ocorre no intestino delgado onde é rapidamente hidrolisada da sua forma esterificada pela lipase. A bÍlis é necessária para a sua absorção, pois atua na formação das micelas. A Vitamina E então é incorporada em protomÍcrons, que são transportados ao fÍgado. Subsequentemente se ligam as proteínas de baixa densidade sendo, então, transportadas para todos os tecidos (FARIA e JUNQUEIRA, 2000).

A maior parte do tocoferol é sujeita à destruição no trato digestivo, ao contrário da forma éster, permitindo assim que a vitamina exerça o seu papel biológico como agente antioxidante. Segundo Barroeta et al. (2002), a função antioxidante traduz-se na proteção dos fosfolípídios das membranas das reações de oxidação lipídica, pois a Vitamina E ao se integrar nas membranas celulares, onde neutraliza os radicais livres (em associação com o Selênio através da enzima glutathione peroxidase), previne o desenvolvimento da oxidação. A atividade antioxidante dos tocoferóis é principalmente devido à capacidade de doar seus hidrogênios fenólicos (elétrons) aos radicais livres lipídicos, tornando-os estáveis e interrompendo a propagação em cadeia da peroxidação lipídica (RAMALHO e JORGE, 2006).

A Vitamina E pode influenciar os mecanismos dependentes do estradiol protegendo os órgãos contra os danos oxidativos e que explica os efeitos das elevadas concentrações de Vitamina E na gema do ovo, aumentando a produção de ovos em galinhas poedeiras sujeitas ao estresse pelo calor (BOLLENGIER-LEE et al., 1998).

Scheideler e Froning (1996), relataram que galinhas alimentadas com diferentes tipos de semente de linhaça com a inclusão de um elevado nível de Vitamina E (50UI/kg de ração), apresentaram uma melhor produção de ovos em comparação com as poedeiras alimentadas com as mesmas dietas com um menor nível de Vitamina E (27UI/kg de ração).

Kirunda et al. (2001), suplementaram com 60UI de Vitamina E observaram efeitos positivos sobre a ingestão de alimento, produção de ovos, espessura da membrana vitelina,

sólidos do albúmen e da gema bem como da capacidade espumante. Estudos do estresse provocado pelo calor na produção de galinhas poedeiras (BOLLENGIER-LEE et al., 1998), revelaram que as aves suplementadas com 250mg/Kg de Vitamina E diminuíram em parte os efeitos adversos do estresse pelo calor na produção de ovos e não exerceram efeitos sobre o tamanho e peso dos ovos ou ingestão de alimento, mas foi benéfico sobre a massa do ovo através do efeito na gema. Estes resultados indiciam que a suplementação com Vitamina E poderá diminuir os problemas de qualidade e contaminação dos ovos produzidos na época de verão (quando são influenciadas pelo calor).

#### 2.4.2 Selênio

O Selênio (Se) foi estudado pela primeira vez em 1817 pelo pesquisador sueco Jons Jakob Berzelius, em 1943 foram descobertas propriedades carcinogênicas relacionadas ao Se, o que resultou na proibição da utilização desse mineral na alimentação, feita pela *Food and Drug Administration* (FDA) nos Estados Unidos. Em 1957 Klauz Schwars descobriu que o Se é essencial para prevenção da necrose hepática em ratos, mudando a postura dos pesquisadores em relação a esse mineral. Mais tarde foi provado que o Se não é carcinogênico e em 1974 a FDA autorizou a utilização do Se na alimentação animal (SURAI, 2002).

Esse micromineral tem grande importância em diversas funções vitais no organismo, tendo participação na síntese de prostaglandinas e no metabolismo de ácidos graxos essenciais, ativação dos hormônios tireoideanos e, como destaque, tem papel essencial na obtenção de uma resposta imune adequada, através da neutralização dos radicais livres (SAAD, 2009).

Necessário para o crescimento e desenvolvimento dos animais, o Se está presente em quase todos os ingredientes das rações, porém, nem sempre nos níveis necessários. Isso leva à necessidade de reposição, incluindo-o na alimentação das aves. Esse micromineral pode ser adicionado à alimentação animal na forma inorgânica, como selenito ( $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ ) ou selenato de sódio ( $\text{Na}_2\text{SeO}_4$ ) e na forma orgânica, como selenometionina ou selenocisteína, provenientes de alimentos vegetais e animais ou produzidos por microrganismos (SAAD, 2009).

O selenito de sódio é absorvido como os outros minerais, de maneira passiva, sendo que a absorção é mais eficiente no íleo. A selenometionina é absorvida como aminoácido, entrando nos enterócitos por transporte ativo, em um processo similar ao que ocorre com a metionina, em todos os segmentos do intestino delgado. O Se absorvido na forma

inorgânica será pouco retido nos tecidos, e grande parte será excretada na urina. Já na forma orgânica (seleniometionina) pode ser armazenado no organismo, ocupando o lugar da metionina na síntese proteica, ficando armazenada nos músculos e outros tecidos (SURAI, 2002). A substituição do selenito de sódio da dieta por Se orgânico (na forma predominante de selenometionina) aumenta tanto a absorção de Se quanto sua atividade biológica, maximizando os benefícios dos baixos níveis de inclusão permitidos na dieta.

Uma das principais funções do Se, segundo Leeson e Summers (2001) é a participação do elemento na enzima glutathiona peroxidase que oxida a glutathiona e destrói peróxidos, isso previne o ataque por peróxidos aos ácidos graxos poli-insaturados presentes nas membranas lipídicas. O Se age como economizador da Vitamina E, pois preserva a integridade do pâncreas que participa da digestão de lipídeos contribuindo para absorção da mesma, a glutathiona peroxidase pela sua função reduz o requerimento de Vitamina E, e o Se também ajuda na retenção da Vitamina E no plasma. Segundo Rocha (2008), o animal possui um sistema elaborado e complexo de defesa antioxidante para tratar ataques violentos dos radicais livres. Entretanto, cada vez mais há evidências sobre os benefícios de adicionar antioxidantes, como o Se e Vitamina E, em dietas para dar suporte ao sistema de produção própria do organismo.

Em poedeiras, a suplementação de Se na dieta aumenta os níveis deste elemento no ovo, o que lhe fornece maior potencial como alimento nutracêutico, beneficiando diretamente o crescimento do sistema antioxidante e imunológico do homem (BRITO, 2007).

El-Mallah et al. (2011) trabalhando com poedeiras, relataram aumento na produção e na qualidade interna dos ovos. Segundo Rutz et al. (2005) a suplementação de Se orgânico em dietas de poedeiras resulta em maior produção e peso dos ovos, melhor conversão alimentar, maior peso e consistência do albúmen o que permite prolongar o seu período de armazenamento.

Cantor et al. (1996) estudaram os efeitos de Se (inorgânicos e orgânicos; de 0,3mg/kg) em galinhas poedeiras e relataram um efeito significativo da concentração de Se sobre o conteúdo no ovo. Além disso, Payne et al. (2005) apontam que diferentes fontes de Se (orgânico ou inorgânico) e concentrações de Se na ração (0; 0,15; 0,3; 0,6 e 3mg/kg) afetam de forma significativa ( $P < 0,01$ ) o conteúdo do mineral no ovo. Surai et al. (2000) afirmam que a suplementação de Se orgânico à dieta das galinhas pode aumentar significativamente o conteúdo na gema do ovo e albumina ( $P < 0,01$ ). Eles também relataram um alto coeficiente de correlação entre as concentrações de Se na dieta das galinhas e dos

ovos. Cantor (1997) e Paton et al. (2000) também confirmaram as relações entre fonte e concentração de Se na dieta e concentração em ovos.

Estudos realizados com poedeiras semipesadas suplementadas com Se orgânico demonstraram melhoria na qualidade do albúmen (avaliada por meio da unidade Haugh) indicando, provavelmente, uma ação permissiva do Se orgânico. Esta resposta pode contribuir para o aumento do tempo de prateleira e melhor aceitação pelo consumidor, que desejam ovos mais frescos por mais tempo (PAN et al., 2010). De maneira semelhante, Rutz et al. (2005) observaram aumento na qualidade do albúmen e melhoria significativa na coloração da gema, indicando o efeito positivo na absorção e/ou proteção de substâncias lipossolúveis pelo Se orgânico. O Se orgânico (selenometionina) tem se mostrado um efetivo antioxidante e potencializador de pigmentação (GONÇALVES et al., 2006).

Pan et al. (2010) trabalhando com poedeiras comerciais de ovos marrons, observaram que a adição de selenometionina melhorou o peso da ave, conversão alimentar, produção de ovos, peso do ovo, coloração da gema e consistência do albúmen (Unidade Haugh). A melhora na consistência de albúmen indica frescor dos ovos, um ponto chave na aceitação dos consumidores.

### **2.4.3 Carotenoides**

Carotenoides são moléculas orgânicas com funções antioxidantes, pigmentantes, pró-Vitamina e imunomoduladoras. Os animais e o homem não são capazes de sintetizar esses pigmentos, mas são capazes de fazer algumas alterações fundamentais na sua estrutura química (WILLIAMS et al., 1998). Tais compostos participam ainda de funções vitais, fazendo parte de pigmentos estruturais importantes.

Segundo Olson (1999), nutricionalmente, os carotenoides podem ser classificados como pró-vitâmicos (aqueles com atividade de pró-vitamina A) ou carotenoides inativos (aqueles que apresentam apenas atividade antioxidante ou corante). Goodwin (1965) classifica os carotenoides quimicamente em dois grupos: carotenoides hidrocarbonados, denominados carotenos e carotenoides oxigenados, denominados xantofilas.

A gema do ovo é uma fonte rica de carotenoides, porém sua coloração depende da quantidade de xantofilas, absorvidas pela ave que se alimenta de milho ou ração (GARCIA et al., 2002). Segundo Surai et al. (1998) o perfil de carotenoides presente na gema do ovo é altamente dependente do tipo de carotenoides presentes na dieta que foi consumida pela ave. Outros fatores também são importantes determinantes do perfil nutricional da gema, tais



como, a eficiência de absorção dos diferentes carotenoides no intestino e na medida que os carotenoides são convertidos em vitamina A na mucosa intestinal ou no fígado (HAMILTON, 1992).

O grão de milho moído é a base habitual em dietas para galinhas poedeiras e a sua inclusão na dieta pode chegar em até 70%. Os carotenoides responsáveis pela cor do grão de milho são também os pigmentos responsáveis pela coloração da gema do ovo. O milho moído é fonte de luteína, zeaxantina, criptoxantina e  $\beta$ - $\beta$ -caroteno (KURILICH e JUVIK, 1999). Segundo Karadas et al. (2006), o  $\beta$ -criptoxantina e  $\beta$ -caroteno podem serem convertidos em vitamina A, já luteína e de zeaxantina são eficazmente transferidos para a gema de ovo.

Segundo Garcia et al. (2002), a pigmentação resulta da deposição de xantofilas (grupo de pigmentos carotenoides) na gema do ovo. As fontes de pigmentos carotenoides podem ser naturais, como por exemplo, as do grupo do milho e do pimentão vermelho, entre outros. Podem ser empregados também carotenoides sintéticos, tais como a Cantaxantina 10% (pigmento vermelho) e o etil éster beta apo-8-caroteno (pigmento amarelo).

Os carotenoides associam-se principalmente com os lipídios dos tecidos e células de origem animal, incluindo membranas (BENDICH e OLSON, 1989). Como não são sintetizados pelas aves eles devem ser ingeridos através da dieta, e a sua concentração na dieta está relacionada diretamente a sua concentração nos tecidos. Inúmeras experiências comprovam que um dos fatores que influenciam na deposição de carotenoides é a disponibilidade de grupos funcionais que contenham oxigênio, como hidroxila, acetona, éster ou outros grupos, que apresentem características polares.

Os carotenoides são eficientes na interação com oxigênio e são igualmente eficazes para neutralizar os radicais livres. Os carotenoides ao combaterem as espécies reativas de oxigênio, podem interagir de três maneiras diferentes: transferência de elétrons; remoção de íons de hidrogênio ou adição de espécies radicalares (MORAIS, 2006). No entanto, a atividade antioxidante é altamente dependente de vários fatores, como por exemplo, o tipo de carotenoide e sua ação com o meio.

#### *2.4.3.1 Cantaxantina*

A Cantaxantina, que é o carotenoide responsável pela coloração vermelha dos flamingos e de outras espécies de aves, vem sendo muito utilizada na alimentação de aves para aumentar a coloração da carcaça de frangos de corte e da gema dos ovos (GARCIA et al., 2002). E, além de ser um pigmento natural, tem outras funções biológicas relacionadas à sua

capacidade de atuar como um potente antioxidante e provitamina A (FERNÁNDEZ, 2005). É o corante sintético mais utilizado para intensificar a cor da gema de ovos de galinhas poedeiras e codornas (HANNIBAL et al., 2000). Foi aprovado pelo FDA, na concentração de 10%, para ser usado como corante artificial em alimentos (66mg/kg) e produtos farmacêuticos (LOZANO-ALCÁZAR, 1995).

De acordo com *European Commission* (2002), a Cantaxantina é absorvida no intestino delgado e transportada pelo sangue ao fígado, onde parte é transformada em substâncias intermediárias precursoras de vitamina A, como 4-oxoretinol, e o restante permanece íntegro transportado pelas lipoproteínas aos depósitos alvos. Beardsworth e Henández (2003), relataram que a atividade pró-vitamina A da Cantaxantina tem sido reconhecida e que esta pode ser transformada em vitamina A nas aves quando o nível desta última é limitado na dieta. Surai et al. (2003) reafirmaram que as dietas das aves são suplementadas com retinol sintético e, portanto, a contribuição dos carotenoides derivados do alimento para a formação de vitamina A é mínima.

A capacidade corante da Cantaxantina é comprovada em vários experimentos. Segundo Garcia et al. (2002), ao ser usada por dois ciclos de 28 dias, em concentrações de zero a 60mg/g, mostrou ser um excelente corante para gemas. Com 60mg/g as gemas atingiram a cor de 14,3 do leque colorimétrico da Roche aos 5,43 dias do início da inclusão, sem alterar os parâmetros produtivos e de qualidade dos ovos.

São atribuídas à Cantaxantina potentes propriedades antioxidantes pela captura de radicais livres e preservação da Vitamina E (VON SCHANT et al., 1999; BEARDSWORTH e HERNANDES, 2003).

Souza et al. (2008) e Scher et al. (2009) adicionaram 60mg/g de Cantaxantina na dieta das matrizes e obtiveram redução no número de ovos inférteis e na mortalidade embrionária, além de melhora na taxa de eclosão sobre ovos totais e ovos férteis incubados. Rosa et al. (2009), usando a mesma concentração de Cantaxantina (60ppm) na ração das matrizes, verificaram aumento de 1,08% na fertilidade, 3,0% na eclosão total e 2,4% na eclosão sobre ovos férteis quando comparado ao grupo de matrizes que não receberam o pigmentante na dieta. Esses autores ainda mediram a concentração de malondialdeído (MDA) em gemas de ovos incubados por quatro, oito e doze dias, e obtiveram os menores valores de MDA/mg de proteína, em aves que receberam ração com Cantaxantina quando comparados às gemas de aves alimentadas com ração sem Cantaxantina.

### **3 HIPÓTESES E OBJETIVOS**

#### **3.1 HIPÓTESES**

A utilização de dietas em poedeiras com adição de Vitamina E, Selênio e Cantaxantina poderá resultar melhor desempenho zootécnico em comparação à dieta sem os aditivos.

Dietas à base de milho com os diferentes antioxidantes durante a fase de produção das poedeiras, melhorará a produção e qualidade interna e externa dos ovos.

#### **3.2 OBJETIVOS**

##### **3.2.1 Geral**

Avaliar os efeitos antioxidantes da Vitamina E, Selênio Orgânico e Cantaxantina sobre a produção, vida de prateleira e qualidade de ovos armazenados em temperatura ambiente.

##### **3.2.2 Específicos**

- Avaliar a eficácia dos aditivos em relação à produção de ovos;
- Avaliar a qualidade interna e externa dos ovos durante o período produtivo de estudo;
- Determinar o poder antioxidante da Vitamina E, Selênio Orgânico e Cantaxantina sobre a gema do ovo;
- Determinar o efeito dos aditivos em poedeiras sobre a vida de prateleira de ovos armazenados.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 LOCAL E ÉPOCA

O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), no período de novembro de 2014 a abril de 2015, que compreende as estações de temperaturas elevadas no Sul do Brasil.

### 4.2 INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS

As aves foram alojadas em um aviário experimental para postura com 140m<sup>2</sup> (ANEXO B), do Colégio Politécnico da UFSM, equipado com 40 gaiolas metálicas de 1,00 x 0,45 x 0,45 m (frente, profundidade e altura). Cada gaiola continha um bebedouro tipo *nipple*, e comedouro do tipo calha (12 cm/ave).

### 4.3 ANIMAIS

Neste estudo foram utilizadas 320 aves poedeiras da linhagem Novogen Brown com 40 semanas de idade que foram uniformizadas pelo peso corporal e distribuídas nas gaiolas sendo duas por cela, totalizando 8 aves por gaiola. As aves foram submetidas a um programa de iluminação de 16 horas/luz/dia. A temperatura ambiente foi registrada diariamente através de um termômetro de máxima e mínima localizados no interior do galpão experimental (ANEXO A).

### 4.4 ALIMENTAÇÃO E PREPARO DAS DIETAS

As exigências nutricionais e de energia metabolizável foram determinadas segundo as recomendações do manual da linhagem Novogen Brown e Rostango et al. (2011). O alimento e a água foram fornecidos *ad libitum*. As dietas experimentais (Tabela 1) foram preparadas na fábrica de ração do Laboratório de Avicultura (LAVIC) da UFSM.

Tabela 1 – Composição centesimal das dietas e perfil nutricional dos tratamentos

<b>INGREDIENTES (%)</b>	<b>DCN</b>	<b>DCTX</b>	<b>DVitE</b>	<b>DSe</b>	<b>DCTXVitESe</b>
Milho	61,78	61,78	61,78	61,78	61,78
Farelo de soja	24,45	24,45	24,45	24,45	24,45
Calcário calcítico	10,79	10,79	10,79	10,79	10,79
Fosfato bicálcico	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51
Óleo de Soja	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61
Sal	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
DL - Metionina	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
Premix Vitamínico <sup>1</sup>	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Premix Mineral <sup>2</sup>	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
<b>Tratamentos (ppm)</b>					
<i>Cantaxantina</i> <sup>3</sup>	0	6	0	0	6
<i>Vitamina E</i> <sup>4</sup>	0	0	200	0	200
<i>Selênio</i> <sup>5</sup>	0	0	0	0,4	0,4
<b>Composição Calculada</b>					
Proteína Bruta (%)	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00
Energia Metabolizável (Kcal/Kg)	2720	2720	2720	2720	2720
Cálcio (%)	4,61	4,61	4,61	4,61	4,61
Fósforo Disponível (%)	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38

CN (Controle negativo), DCTX (adição de 6ppm de cantaxantina na dieta), DVitE (adição de 200ppm de vitamina E na dieta), DSe (adição de 0,4ppm de Selênio na dieta) e DCTXVitESe (adição de 6ppm de cantaxantina + 200ppm de vitamina E + 0,4ppm na dieta).

<sup>1</sup>Níveis mínimos de garantia do premix vitamínico (kg/produto): Vit. A (9000000 UI), Vit D3 (2500000 UI), Vit. E (20000 UI), Vit. K3 (2500 mg) Vit B1 (1500 mg), Vit B2 (6000 mg), Vit B6 (3000 mg), Vit B12 (12000 mg), Ácido pantotênico (12g), Niacina (25g), Ácido fólico (800 mg), Biotina (60 mg), Selênio (250 mg). <sup>2</sup>Níveis mínimos de garantia do premix mineral (kg/produto): Cobre (20g), Ferro (100g), Manganês (160g), Cobalto (2000 mg), Iodo (2000 mg) e Zinco (100g). <sup>3</sup>*Carophyll Red* 10%, <sup>4</sup>Acetado 50% e <sup>5</sup>Carboquelato de Selênio 5%.

#### 4.5 TRATAMENTOS

As aves foram submetidas a 5 tratamentos que consistiram em:

T1 (DCN) - Dieta Controle negativo;

T2 (DCTX) - Dieta com adição de 6ppm de cantaxantina<sup>1</sup>;

T3 (DVitE) - Dieta com adição de 200ppm de vitamina E<sup>2</sup>;

T4 (DSe) - Dieta com adição de 0,4ppm de selênio<sup>3</sup>;

T5 (DCTXVitESe) - Dieta com adição de 6ppm de cantaxantina + 200ppm de vitamina E + 0,4ppm de selênio.

<sup>1</sup> Cantaxantina fornecida através do produto Carophyll Red 10%.

<sup>2</sup> Vitamina E fornecida através do produto Acetato 50%.

<sup>3</sup> Carboquelato de Selênio 5%.

## 4.6 FASES E PERÍODOS EXPERIMENTAIS

Na 38ª semana de idade as aves foram uniformizadas de acordo com o peso corporal e taxa de postura, após foram submetidas a duas semanas de adaptação às dietas a serem utilizadas.

A fase experimental foi da 40ª semana a 55ª semanas de idade, no período de novembro 2014 a abril de 2015.

## 4.7 PARÂMETROS ESTIMADOS

Para avaliar o desempenho das aves a fase experimental foi subdividida em 4 períodos com 28 dias cada, os quais foram: período I – 40ª a 43ª; período II – 44ª a 47ª; período III – 48ª a 51ª e período IV – 52ª a 55ª semana de idade.

### 4.7.1 Desempenho produtivo

#### 4.7.1.1 Taxa de postura

Diariamente foram feitos os registros dos ovos coletados em cada gaiola, devidamente identificada por tratamento. Semanalmente, foi calculada a média da taxa de postura de cada repetição, a partir da divisão do total de ovos produzidos pelo número de aves da repetição na multiplicado por 100.

#### 4.7.1.2 Consumo alimentar

No final de cada período, os comedouros foram esvaziados e as sobras pesadas para calcular o consumo de ração individual. O consumo foi calculado pela diferença entre a quantidade fornecida e a sobra, dividindo o resultado pelo número de aves presentes na repetição no período de 28 dias.

#### 4.7.1.3 Peso médio dos ovos

Semanalmente os ovos eram identificados por repetição, coletados e pesados através de uma balança analítica digital, obtendo assim o peso médio dos ovos dentro do período produtivo.

#### *4.7.1.4 Peso corporal*

Realizou-se a pesagem de 100% das aves no início do experimento e após a cada quatro semanas, ou seja, no final de cada período pelo turno da manhã, através de uma balança pendular digital com capacidade de 6 kg (ANEXO C).

#### *4.7.1.5 Massa de ovos*

A massa de ovos foi calculada no final de cada período multiplicando o peso médio dos ovos pelo número de ovos na repetição.

#### *4.7.1.6 Conversão alimentar por dúzia e massa de ovos*

A conversão alimentar por dúzia de ovos foi obtida dividindo o consumo das aves no período pelo número de dúzias produzidas por repetição. Para conversão por massa de ovos dividiu-se o consumo das aves no período pela massa de ovos.

### **4.7.2 Qualidade de ovos**

Para avaliação da qualidade interna e externa dos ovos foram selecionados três ovos por repetição no final de cada período para cada tempo de armazenamento (0, 7, 14, 21 e 28 dias) dentro de uma faixa de 2,5% de variação do peso médio do ovo. Os ovos destinados ao armazenamento, eram identificados, coletados, selecionados e estocados em uma sala (ANEXO D) com temperatura ambiente, até que fossem utilizados para avaliação da qualidade interna e externa.

#### *4.7.2.1 Peso dos ovos armazenados e percentagem de casca, gema e albúmen*

Os ovos foram pesados em uma balança analítica e seguidamente quebrados para determinação do peso de casca, gema e albúmen. As gemas foram pesadas em uma balança de precisão (0,0001g). Para a determinação do peso da casca as mesmas foram lavadas para a remoção do albúmen aderido à sua membrana interna. Após secadas a temperatura ambiente por 48 horas e então pesadas juntamente com a membrana. O peso da clara foi feito pela diferença entre peso total, peso de gema e casca. Para o cálculo de porcentagens de gema,

albúmen e casca, multiplicou-se o peso da gema, do albúmen e da casca por 100 e dividiu-se cada valor pelo peso do ovo.

#### 4.7.2.2 Resistência da membrana vitelina

Para determinar a resistência da membrana vitelina foi utilizada a técnica descrita por Keener et al. (2006). Foram utilizadas três gemas de ovos por repetição, usando TA.XT Plus Texture Analyzer 123 com capacidade de 50 kg de força, pertencente ao Núcleo Integrado de Desenvolvimento em Análises Laboratoriais (NIDAL) - UFSM. Para mensurar a resistência da membrana vitelina foi usada uma agulha com ponta arredondada de 2 mm de diâmetro, um *pré-test speed* de 1,00 mm/s, *test speed* de 3,20 mm/s, *post-test speed* 10,00 mm/s, distância de 36 mm e auto force de 0,1g, sendo aplicado sobre a gema do ovo (ANEXO E).

#### 4.7.2.3 Índice de gema

Para determinar o índice de gema, foi utilizado um paquímetro digital de profundidade para mensurar a altura (ANEXO F) e diâmetro de gema (ANEXO G), segundo recomendações de Carbó (1987). A fórmula utilizada para determinação foi:

$$\text{Índice da gema} = \text{Altura da gema} / \text{Diâmetro da gema}$$

#### 4.7.2.4 Coloração de gema

A coloração da gema foi avaliada através de um leque colorímetro (DSM – *Yolk color fan*), com escore de 1 a 15, sendo 1- amarelo fraco e 15 - amarelo avermelhado (ANEXO H).

#### 4.7.2.5 Unidade Haugh

A unidade Haugh (UH) foi calculada como o log da altura do albúmen denso imediatamente à gema, corrigido pelo peso do ovo (OVERFIELD, 1995; BERARDINELLI, 2003). Para a medição da altura do albúmen denso (mm) utilizou-se um paquímetro digital (ANEXO I). A fórmula utilizada foi a descrita por Haugh (1937) e Brant et al. (1951):



$$UH: 100 \text{ Log } (h-1,7p^{0,37} + 7,6);$$

Onde; h: altura do albúmen denso (mm), p: peso do ovo (g).

#### 4.7.2.6 pH de albúmen

O pH do albúmen foi verificado por meio de um pHmetro digital de bancada da marca Digimed, modelo DM-20, que foi calibrado previamente com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0 (ANEXO J). Cada albúmen foi colocado em um recipiente e após foi realizada a imersão do eletrodo no conteúdo para seguinte leitura do pH.

#### 4.7.2.7 Densidade específica

No final de cada período os ovos da produção diária foram classificados como viáveis, ou seja, ovos sem anomalias no formato, ausência de trincas e excesso de sujidades. A cada repetição os ovos foram pesados em balança de precisão de 1g e logo imersos em soluções salinas com densidades de 1,070; 1,075; 1,080; 1,085; 1,090; 1,095 e 1,100 g/m<sup>3</sup>, de acordo com a técnica de Hamilton (1982).

#### 4.7.2.8 Espessura de casca

A espessura da casca seca em temperatura ambiente, foi aferida com um paquímetro digital e mensurada como a média de três pontos equidistantes no diâmetro transversal de cada ovo (LIN et al., 2004). Foram utilizados 3 ovos de cada repetição coletados no final de cada período (ANEXO K).

#### 4.7.2.9 Substâncias que reagem ao ácido tiobarbitúrico (TBARS)

Para a determinação da oxidação lipídica, no final de cada período, realizou-se um *pool* de três gemas por repetição para cada tempo de armazenamento (0, 7, 14, 21 e 28 dias), que foram analisadas no Núcleo Integrado de Desenvolvimento de Análises Laboratoriais (NIDAL), através da técnica TBARS (substâncias que reagem ao ácido tiobarbitúrico) descrita por Raharjo et al. (1992) (ANEXO L). A técnica baseia-se na reação de uma molécula de malondialdeído com duas de ácido tiobarbitúrico, em meio ácido e sob alta

temperatura, formando um complexo de coloração amarelada a rósea, o qual foi quantificado por espectrofotometria em um comprimento de onda de 532 nanômetros (nm).

#### **4.7.3 Delineamento experimental e análise estatística**

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos e oito repetições de oito aves cada. Após a obtenção dos dados, foi realizada análise de variância, sendo que os resultados obtidos, quando significativos a 5% de probabilidade, foram submetidos ao teste de Tukey para comparação de médias. Esses procedimentos estatísticos foram realizados com o auxílio do programa estatístico SAS (Statistical Analysis System, 2011). Foi utilizado o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Onde:

$Y_{ij}$ = observações das variáveis dependentes

$\mu$ = média geral de todas as observações

$T_i$  = efeito do  $i$ -ésimo tratamento

$\varepsilon_{ij}$ = erro aleatório residual da observação do tratamento  $i$  sobre a repetição.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de desempenho produtivos estão dispostos nas Tabelas 2 a 6 e organizados por períodos, ou seja a cada 28 dias. Os resultados de qualidade de ovos estão distribuídos nas tabelas 7 a 16, organizados por períodos ou tempos de armazenamento (0, 7, 14, 21 e 28 dias).

### 5.1 DESEMPENHO PRODUTIVO

Para a taxa de postura (Tabela 2), não houve diferença significativa no primeiro e segundo período de estudo ( $P>0,05$ ). No terceiro e quarto períodos, a dieta com adição de 0,4ppm de Selênio apresentou melhores taxas de posturas ( $P=0,0461$ ), ( $P=0,0234$ ) respectivamente, quando comparada a dieta controle negativo.

Tabela 2 – Produção total de ovos (%) nos períodos experimentais

TRAT	Taxa de Postura (%)			
	Período I (40 <sup>a</sup> - 43 <sup>a</sup> )	Período II (44 <sup>a</sup> - 47 <sup>a</sup> )	Período III (48 <sup>a</sup> - 51 <sup>a</sup> )	Período IV (52 <sup>a</sup> - 55 <sup>a</sup> )
DCN	90,96	87,28	86,17 <sup>b</sup>	87,16 <sup>b</sup>
DCTX	93,34	86,61	88,50 <sup>ab</sup>	89,67 <sup>ab</sup>
DVitE	92,75	87,41	89,49 <sup>ab</sup>	89,88 <sup>ab</sup>
DSe	93,30	90,66	90,61 <sup>a</sup>	92,10 <sup>a</sup>
DCTXVitESe	92,69	86,83	89,62 <sup>ab</sup>	89,36 <sup>ab</sup>
<b>MÉDIA</b>	<b>92,61</b>	<b>87,76</b>	<b>88,88</b>	<b>89,63</b>
<b>P</b>	<b>0,3255</b>	<b>0,1744</b>	<b>0,0461</b>	<b>0,0234</b>
<b>CV %</b>	<b>2,69</b>	<b>4,11</b>	<b>3,27</b>	<b>3,08</b>

CN (Controle negativo), DCTX (adição de 6ppm de cantaxantina na dieta), DVitE (adição de 200ppm de vitamina E na dieta), DSe (adição de 0,4ppm de Selênio na dieta) e DCTXVitESe (adição de 6ppm de cantaxantina + 200ppm de vitamina E + 0,4ppm na dieta).

<sup>a,b</sup> As letras diferem nas colunas pelo Teste de Tukey (5%).

Estes resultados foram semelhantes aos encontrados por Stanley et al. (2004), Aljamal et al. (2008), El-Mallah et al. (2011) e Pan et al. (2010) que relataram melhora significativa na produção de ovos de galinhas poedeiras quando suplementadas com Selênio orgânico na dieta. Branton et al. (1995), também observaram melhora na taxa de postura de poedeiras de 35 semanas de idade, submetidas à alguma fonte de mineral orgânico através da dieta no período de 24 semanas.

Os resultados de desempenho das aves deste estudo discordam dos obtidos por Costa et al. (2009) e Fernandez et al. (2009) que suplementaram a dieta de codornas japonesas na fase de postura com Selênio orgânico e não observaram melhoras no desempenho das aves. Da mesma forma, Chantiraticul et al. (2008), Mohiti-asli et al. (2008), Scatolini (2007), Payne et al. (2005) e Bennett e Cheng (2010) não observaram efeitos significativos no desempenho de galinhas poedeiras que receberam dietas suplementadas com Selênio orgânico.

A maior produção de ovos devido à utilização de Selênio orgânico pode ser explicada por uma melhora na condição sanitária das aves ou pela interação com a Vitamina E propiciando maior estabilidade da membrana celular (SURAI, 2002).

As médias dos valores de consumo de ração obtidos para os diferentes tratamentos, durante os quatro períodos de postura, se encontram na Tabela 3. De acordo com os dados, observa-se que os tratamentos estudados não apresentaram diferenças significativas ( $P>0,05$ ) sobre o consumo das aves.

Tabela 3 – Consumo diário (g/ave/dia) nos períodos experimentais

TRAT	Consumo diário (g/ave/dia)			
	Período I (40 <sup>a</sup> - 43 <sup>a</sup> )	Período II (44 <sup>a</sup> - 47 <sup>a</sup> )	Período III (48 <sup>a</sup> - 51 <sup>a</sup> )	Período IV (52 <sup>a</sup> - 55 <sup>a</sup> )
DCN	102,94	104,27	105,14	114,20
DCTX	102,78	105,83	108,13	112,05
DVitE	103,64	106,22	106,62	113,71
DSe	103,66	106,08	106,76	114,40
DCTXVitESe	104,86	105,36	106,46	112,53
<b>MÉDIA</b>	<i>103,58</i>	<i>105,55</i>	<i>106,62</i>	<i>113,38</i>
<b>P</b>	<i>0,2092</i>	<i>0,9724</i>	<i>0,5513</i>	<i>0,1857</i>
<b>CV %</b>	<i>1,80</i>	<i>5,98</i>	<i>3,21</i>	<i>2,02</i>

( $P>0,05$ ) – não significativo.

Para a variável peso de ovos obteve-se diferença significativa no primeiro período ( $P=0,0155$ ), onde a dieta com adição de 0,4ppm de Se e a dieta com inclusão dos três antioxidantes (200ppm de vitamina E, 6ppm de cantaxantina e 0,4ppm de selênio) apresentaram maiores pesos de ovos, quando comparados à dieta de controle negativo. No segundo e terceiro período não houveram diferenças estatísticas. Já no quarto período a inclusão de 6 ppm de cantaxantina proporcionou um maior peso de ovo quando comparada ao tratamento controle, não sendo diferente dos demais tratamentos avaliados ( $P=0,0115$ ) (Tabela 4).

Tabela 4 – Peso médio de ovos (g) nos períodos experimentais

<b>Peso médio dos ovos (g)</b>				
<b>TRAT</b>	<b>Período I (40<sup>a</sup> - 43<sup>a</sup>)</b>	<b>Período II (44<sup>a</sup> - 47<sup>a</sup>)</b>	<b>Período III (48<sup>a</sup> - 51<sup>a</sup>)</b>	<b>Período IV (52<sup>a</sup> - 55<sup>a</sup>)</b>
<b>DCN</b>	59,06 <sup>b</sup>	59,35	60,58	60,29 <sup>b</sup>
<b>DCTX</b>	60,68 <sup>ab</sup>	59,91	61,51	62,55 <sup>a</sup>
<b>DVitE</b>	60,29 <sup>ab</sup>	59,51	60,61	61,43 <sup>ab</sup>
<b>DSe</b>	60,91 <sup>a</sup>	60,33	61,02	62,06 <sup>ab</sup>
<b>DCTXVitESe</b>	60,81 <sup>a</sup>	59,87	60,61	61,92 <sup>ab</sup>
<b>MÉDIA</b>	60,35	59,79	60,87	61,65
<b>P</b>	0,0155	0,5684	0,5538	0,0115
<b>CV %</b>	1,88	2,09	2,14	2,02

<sup>a, b</sup> As letras diferem nas colunas pelo Teste de Tukey (5%).

Estes resultados corroboram com Skrivan et al. (2006), Stanley et al. (2004), Fernandes et al. (2008) e Ziaei et al. (2013), que verificaram aumento no peso dos ovos de poedeiras suplementadas com Se orgânico. Skrivan et al. (2006), estudando a inclusão de duas fontes de selênio, orgânica e inorgânica, na alimentação poedeiras Isa Brown com 24 semanas de idade, concluíram que a inclusão de selênio orgânico na dieta apresentou um aumento de 2,46g no peso de ovo quando comparada a dieta com adição de selênio inorgânico e controle negativo. Fernandes et al. (2008) forneceram dietas contendo 0; 250 e 500 ppm de um produto composto por Zinco, Manganês e Selênio nas formas orgânicas para poedeiras, observaram um maior peso dos ovos das aves que receberam 500 ppm do produto em relação ao tratamento controle.

Ziaei et al. (2013), trabalhando com poedeiras da linhagem Lohman com 65 semanas de idade, verificaram que a suplementação de 0,75mg/kg de selênio e 250mg/kg de vitamina E aumentou significativamente o peso de ovo em comparação aos demais tratamentos, com níveis mais baixos de inclusão desses aditivos. Já Pan et al. (2010) e El-Mallah et al. (2011), não observaram aumento no peso dos ovos com a adição de selênio orgânico na dieta.

Segundo Rutz et al. (2003), o maior peso dos ovos das aves arraçadas com Selênio orgânico pode ser reflexo de um aumento da gema e do albúmen, consequência de um aprimoramento no funcionamento do folículo ovariano (gema) e do oviduto (albúmen), ou de um melhor aproveitamento de outros nutrientes.

No estudo, o qual houve aumento do peso de ovo através da inclusão de cantaxantina (4º período), Angeles e Scheideler (1998), trabalhando com duas fontes sintéticas de cantaxantina (*carophyll* amarelo e *carophyll* vermelho), observaram diferenças significativas

apenas na coloração das gemas sendo que o desempenho não foi influenciado pelo efeito dos tratamentos. Também Baião et al. (1996), avaliando diferentes fontes de pigmentos amarelos e vermelhos, observaram efeitos significativos sobre a pigmentação das gemas e não sobre o desempenho.

O nível de suplementação de 0,4ppm de Selênio, proporcionou uma melhor conversão alimentar por dúzia e por massa de ovos no último período de estudo, diferindo do controle negativo, não havendo diferença dos demais tratamentos ( $P=0,0482$ ,  $P=0,0041$ ), respectivamente. A dieta com a suplementação dos três aditivos (200ppm de Vitamina E, 6ppm de Cantaxantina e 0,4ppm de Selênio) também apresentou uma melhor conversão por massa de ovos no último período ( $P=0,0041$ ), diferindo da dieta de controle negativo (Tabela 5).

Tabela 5 – Conversão alimentar por dúzia (Dz) e massa (Kg) de ovos produzidos nos diferentes períodos

<b>CA (consumo alimentar/dúzia de ovos)</b>				
<b>TRAT</b>	<b>Período I (40<sup>a</sup> - 43<sup>a</sup>)</b>	<b>Período II (44<sup>a</sup> - 47<sup>a</sup>)</b>	<b>Período III (48<sup>a</sup> - 51<sup>a</sup>)</b>	<b>Período IV (52<sup>a</sup> - 55<sup>a</sup>)</b>
DCN	1,3622	1,4321	1,4660	1,5736 <sup>a</sup>
DCTX	1,3175	1,4690	1,4682	1,5004 <sup>ab</sup>
DVitE	1,3184	1,4426	1,4306	1,5082 <sup>ab</sup>
DSe	1,3406	1,3793	1,4159	1,4909 <sup>b</sup>
DCTXVitESe	1,3562	1,4560	1,4259	1,5136 <sup>ab</sup>
<b>MÉDIA</b>	<i>1,3390</i>	<i>1,4358</i>	<i>1,4413</i>	<i>1,5173</i>
<b>P</b>	<i>0,3200</i>	<i>0,060</i>	<i>0,4090</i>	<i>0,0482</i>
<b>CV %</b>	<i>3,98</i>	<i>4,30</i>	<i>4,68</i>	<i>3,72</i>
<b>TRAT</b>	<b>CA (consumo alimentar/massa de ovos)</b>			
DCN	1,9222	2,0114	2,0181	2,1637 <sup>a</sup>
DCTX	1,8103	2,0449	1,9895	1,9990 <sup>b</sup>
DVitE	1,8233	2,0229	1,9689	2,0471 <sup>ab</sup>
DSe	1,8342	1,9056	1,9343	2,0020 <sup>b</sup>
DCTXVitESe	1,8592	2,0278	1,9605	2,0365 <sup>b</sup>
<b>MÉDIA</b>	<i>1,8498</i>	<i>2,0025</i>	<i>1,9742</i>	<i>2,0497</i>
<b>P</b>	<i>0,0678</i>	<i>0,0957</i>	<i>0,5790</i>	<i>0,0041</i>
<b>CV %</b>	<i>4,36</i>	<i>5,35</i>	<i>5,28</i>	<i>4,30</i>

<sup>a, b</sup> As letras diferem nas colunas pelo Teste de Tukey (5%).

Estes resultados são semelhantes ao encontrado por Rutz et al. (2003), Lange et al. (2005) e Figueiredo Jr et al. (2013). Os primeiros autores utilizaram uma combinação de minerais orgânicos (Zinco, Selênio e Manganês) e observaram melhora na conversão

alimentar em poedeiras durante um segundo ciclo de postura. Lange et al. (2005) observaram melhora significativa na conversão alimentar das aves suplementadas com Selênio orgânico. Os últimos autores encontraram uma melhor conversão alimentar por massa e dúzia de ovos com o uso de 66% de minerais orgânicos em substituição aos inorgânicos na dieta de poedeiras comerciais. No entanto, Payne et al. (2005) e Sechinato et al. (2006), não encontraram diferenças significativas para conversão alimentar por dúzia em poedeiras recebendo Selênio orgânico.

Não foram apresentadas diferenças significativas ( $P>0,05$ ) para peso corporal das aves nos diferentes tratamentos durante o período experimental (Tabela 6).

Tabela 6 – Peso corporal médio das poedeiras (g/ave) nos períodos avaliados

TRAT	Peso Corporal (g)				
	40 <sup>a</sup> Semana	43 <sup>a</sup> Semana	47 <sup>a</sup> Semana	51 <sup>a</sup> Semana	55 <sup>a</sup> Semana
<b>DCN</b>	1832,25	1820,75	1816,00	1820,75	1860,38
<b>DCTX</b>	1844,25	1819,63	1822,75	1836,50	1873,88
<b>DVitE</b>	1832,63	1808,00	1814,63	1850,88	1860,25
<b>DSe</b>	1824,25	1808,13	1840,00	1839,63	1883,13
<b>DCTXVitESe</b>	1811,13	1766,63	1799,13	1809,38	1831,00
<b>MÉDIA</b>	<i>1828,90</i>	<i>1804,63</i>	<i>1818,50</i>	<i>1831,43</i>	<i>1861,73</i>
<b>P</b>	<i>0,9249</i>	<i>0,6841</i>	<i>0,8462</i>	<i>0,8277</i>	<i>0,3298</i>
<b>CV %</b>	<i>4,02</i>	<i>4,57</i>	<i>3,92</i>	<i>4,15</i>	<i>2,73</i>

( $P>0,05$ ) – não significativo

## 5.2 QUALIDADE DE OVOS

Para a característica de peso de ovos armazenados, as dietas com suplementação de 6ppm de Cantaxantina e adição dos três antioxidantes, apresentaram maior peso de ovos quando armazenados por 28 dias no primeiro período ( $P=0,0019$ ), diferindo assim do tratamento controle (Tabela 7). Para os outros períodos de estudo não houve diferenças significativas entre os tratamentos.

Tabela 7 – Peso dos ovos (g) durante os períodos de estudo nos diferentes tempos de armazenamento (0, 7, 14, 21 e 28 dias)

<b>Peso dos ovos (g)</b>					
<b>I Período</b>					
<b>TRAT</b>	<b>0 dia</b>	<b>7 dias</b>	<b>14 dias</b>	<b>21 dias</b>	<b>28 dias</b>
DCN	58,93	59,50	58,33	57,66	54,95 <sup>b</sup>
DCTX	59,90	60,29	58,67	60,71	57,29 <sup>a</sup>
DVitE	60,36	59,54	59,46	60,04	56,00 <sup>ab</sup>
DSe	60,81	61,25	59,75	60,37	56,29 <sup>ab</sup>
DCTXVitESe	59,21	60,54	59,50	60,54	56,54 <sup>a</sup>
<b>MÉDIA</b>	<i>59,84</i>	<i>60,22</i>	<i>59,14</i>	<i>59,86</i>	<i>56,21</i>
<b>P</b>	<i>0,0753</i>	<i>0,4758</i>	<i>0,4178</i>	<i>0,0603</i>	<i>0,0019</i>
<b>CV %</b>	<i>2,41</i>	<i>3,63</i>	<i>2,90</i>	<i>3,75</i>	<i>1,86</i>
<b>II Período</b>					
DCN	59,08	58,58	57,42	57,08	57,79
DCTX	59,83	60,17	58,96	58,33	59,04
DVitE	59,91	58,54	59,00	57,79	57,71
DSe	59,42	58,48	58,71	58,25	58,42
DCTXVitESe	59,79	60,25	58,54	58,00	56,91
<b>MÉDIA</b>	<i>59,61</i>	<i>59,20</i>	<i>58,53</i>	<i>57,89</i>	<i>57,97</i>
<b>P</b>	<i>0,8712</i>	<i>0,0602</i>	<i>0,5364</i>	<i>0,6478</i>	<i>0,1454</i>
<b>CV %</b>	<i>3,00</i>	<i>2,78</i>	<i>3,50</i>	<i>3,08</i>	<i>2,89</i>
<b>III Período</b>					
DCN	61,38	58,08	59,79	57,04	59,00
DCTX	61,96	61,17	61,09	57,79	60,08
DVitE	60,50	59,08	60,79	58,08	59,79
DSe	61,92	59,92	61,62	58,29	59,13
DCTXVitESe	61,58	60,58	60,91	57,62	59,50
<b>MÉDIA</b>	<i>61,47</i>	<i>59,77</i>	<i>60,84</i>	<i>57,76</i>	<i>59,50</i>
<b>P</b>	<i>0,6195</i>	<i>0,1277</i>	<i>0,5550</i>	<i>0,8815</i>	<i>0,6549</i>
<b>CV %</b>	<i>3,34</i>	<i>4,16</i>	<i>3,55</i>	<i>4,35</i>	<i>3,09</i>
<b>VI Período</b>					
DCN	60,83	59,58	57,79	59,46	59,83
DCTX	62,37	61,04	60,71	59,58	59,69
DVitE	60,87	59,62	60,04	59,16	60,59
DSe	62,00	59,81	60,37	59,63	59,48
DCTXVitESe	61,67	60,83	60,54	59,29	59,62
<b>MÉDIA</b>	<i>61,55</i>	<i>60,18</i>	<i>59,89</i>	<i>59,42</i>	<i>59,84</i>
<b>P</b>	<i>0,3831</i>	<i>0,4925</i>	<i>0,0846</i>	<i>0,9948</i>	<i>0,4582</i>
<b>CV %</b>	<i>3,03</i>	<i>3,54</i>	<i>3,78</i>	<i>4,08</i>	<i>2,14</i>

<sup>a, b</sup> As letras diferem nas colunas pelo Teste de Tukey (5%).



São escassas as pesquisas com a associação desses três aditivos, contudo, os resultados deste estudo demonstram que a utilização de Cantaxantina, assim como a inclusão de Vitamina E e Selênio podem evitar a perda acentuada de peso em ovos armazenados por 28 dias.

Segundo Gonzales e De Blas (1991), em temperatura elevada durante a estocagem, o ovo transpira, intensificando a perda de CO<sub>2</sub> e água para o meio, resultando em perda de peso. Vêras et al. (2000) observaram que a perda de peso dos ovos aumenta com o tempo de armazenamento e, a intensidade dessas perdas pode aumentar em função da temperatura e umidade do ambiente, relatos corroboram com Silversides e Scott (2001) que observaram em 10 dias de avaliação perda progressiva da qualidade dos ovos, entre elas a perda de peso dos ovos.

A suplementação de 6ppm de Cantaxantina proporcionou um menor percentual de gema (P=0,0016) e um maior percentual de albúmen (P=0,0077), para ovos armazenados por 28 dias no terceiro período de estudo, diferindo significativamente quando comparada a dieta de controle negativo e a dieta com a inclusão dos três antioxidantes (Tabela 6 e 7). No quarto período o mesmo tratamento e a dieta com inclusão de Vitamina E, apresentaram um menor percentual de gema (P=0,0058) para ovos sem armazenamento e um maior percentual de albúmen (P=0,0057), quando comparadas ao controle negativo. No quarto período para ovos armazenados por 14 dias, a dieta com Cantaxantina também apresentou um menor percentual de gema (P=0,0370), quando comparado ao tratamento com 0,4ppm de Selênio. Já para os ovos armazenados por 21 dias, a inclusão de 200ppm de Vitamina E apresentou um menor percentual de gema (P=0,0051) e um maior percentual de albúmen (P=0,0051), quando comparado a dieta de controle negativo e a com inclusão de 0,4ppm de Selênio. Já para ovos armazenados por 28 dias, o tratamento com 6ppm de Cantaxantina obteve maior percentual de albúmen quando comparado a dieta sem inclusão de aditivos e dieta com os três antioxidantes (P=0,0095), não diferindo dos demais tratamentos (Tabela 8 e 9).

Tabela 8 – Percentual (%) de gema, durante os períodos de estudo nos diferentes tempos de armazenamento (0, 7, 14, 21 e 28 dias)

<b>Percentual de gema (%)</b>					
<b>I Período</b>					
<b>TRAT</b>	<b>0 dia</b>	<b>7 dias</b>	<b>14 dias</b>	<b>21 dias</b>	<b>28 dias</b>
<b>DCN</b>	24,59	26,63	26,18	28,12	30,15
<b>DCTX</b>	24,32	25,59	25,39	26,77	28,44
<b>DVitE</b>	24,77	26,88	25,73	27,18	28,67
<b>DSe</b>	24,93	26,38	26,29	26,84	29,06
<b>DCTXVitESe</b>	24,65	26,14	26,32	27,05	28,48
<b>MÉDIA</b>	24,65	26,32	25,98	27,19	28,96
<b>P</b>	0,9037	0,0644	0,6310	0,4246	0,2969
<b>CV %</b>	5,11	3,40	5,49	5,70	6,11
<b>II Período</b>					
<b>DCN</b>	25,38	26,89	27,26	27,86	29,05
<b>DCTX</b>	25,46	26,14	27,35	27,67	28,77
<b>DVitE</b>	24,57	27,11	27,37	27,53	29,10
<b>DSe</b>	25,06	26,75	27,72	27,88	29,92
<b>DCTXVitESe</b>	24,46	27,04	27,30	27,56	29,61
<b>MÉDIA</b>	24,98	26,79	27,40	27,70	29,29
<b>P</b>	0,8454	0,4229	0,9599	0,9624	0,4973
<b>CV %</b>	8,78	4,10	4,86	4,29	4,86
<b>III Período</b>					
<b>DCN</b>	25,23	27,19	27,88	28,92	28,88 <sup>a</sup>
<b>DCTX</b>	25,82	27,27	27,68	27,65	27,51 <sup>b</sup>
<b>DVitE</b>	24,91	27,74	27,63	28,06	28,07 <sup>ab</sup>
<b>DSe</b>	25,03	27,14	28,24	29,10	28,49 <sup>ab</sup>
<b>DCTXVitESe</b>	25,60	27,87	27,15	28,98	29,09 <sup>a</sup>
<b>MÉDIA</b>	25,32	27,44	27,72	28,54	28,41
<b>P</b>	0,4440	0,5853	0,6391	0,3339	0,0016
<b>CV %</b>	4,38	4,10	5,08	5,88	2,72
<b>IV Período</b>					
<b>DCN</b>	26,62 <sup>a</sup>	28,65	27,67 <sup>ab</sup>	28,43 <sup>a</sup>	28,40
<b>DCTX</b>	24,47 <sup>b</sup>	27,60	26,44 <sup>b</sup>	27,34 <sup>ab</sup>	27,69
<b>DVitE</b>	24,88 <sup>b</sup>	28,26	27,14 <sup>ab</sup>	26,65 <sup>b</sup>	27,39
<b>DSe</b>	25,48 <sup>ab</sup>	28,31	28,02 <sup>a</sup>	28,37 <sup>a</sup>	28,01
<b>DCTXVitESe</b>	25,40 <sup>ab</sup>	28,58	27,64 <sup>ab</sup>	28,02 <sup>ab</sup>	29,17
<b>MÉDIA</b>	25,37	28,28	27,38	27,76	28,13
<b>P</b>	0,0058	0,4538	0,0370	0,0051	0,1112
<b>CV %</b>	4,34	4,31	3,74	3,65	4,87

<sup>a, b</sup> As letras diferem nas colunas pelo Teste de Tukey (5%).

Tabela 9 – Percentual (%) de albúmen, durante os períodos de estudo nos diferentes tempos de armazenamento (0, 7, 14, 21 e 28 dias)

<b>Percentual de albúmen (%)</b>					
<b>I Período</b>					
<b>TRAT</b>	<b>0 dia</b>	<b>7 dias</b>	<b>14 dias</b>	<b>21 dias</b>	<b>28 dias</b>
DCN	65,43	62,41	62,19	60,18	57,99
DCTX	64,88	63,44	63,16	62,20	59,88
DVitE	64,25	62,89	62,76	61,83	60,05
DSe	64,51	63,04	62,31	62,32	59,40
DCTXVitESe	64,79	63,01	62,08	61,71	59,50
<b>MÉDIA</b>	<i>64,77</i>	<i>62,96</i>	<i>62,50</i>	<i>61,65</i>	<i>59,36</i>
<b>P</b>	<i>0,6266</i>	<i>0,6230</i>	<i>0,6254</i>	<i>0,1547</i>	<i>0,1050</i>
<b>CV %</b>	<i>2,38</i>	<i>2,05</i>	<i>2,51</i>	<i>2,95</i>	<i>2,69</i>
<b>II Período</b>					
DCN	63,92	62,34	61,41	60,93	59,15
DCTX	64,45	62,56	61,66	61,41	59,34
DVitE	64,81	61,52	61,66	61,29	59,16
DSe	64,35	61,97	61,17	60,64	58,36
DCTXVitESe	64,80	61,85	61,48	61,26	58,59
<b>MÉDIA</b>	<i>64,47</i>	<i>62,05</i>	<i>61,48</i>	<i>61,11</i>	<i>58,92</i>
<b>P</b>	<i>0,9027</i>	<i>0,6014</i>	<i>0,9453</i>	<i>0,8354</i>	<i>0,5620</i>
<b>CV %</b>	<i>3,19</i>	<i>2,24</i>	<i>2,18</i>	<i>2,44</i>	<i>2,32</i>
<b>III Período</b>					
DCN	64,02	61,57	61,11	59,67	59,34 <sup>b</sup>
DCTX	63,46	61,88	61,17	60,98	60,80 <sup>a</sup>
DVitE	64,66	62,04	61,40	60,15	60,53 <sup>ab</sup>
DSe	64,30	62,69	60,41	59,42	59,89 <sup>ab</sup>
DCTXVitESe	63,63	61,42	61,98	59,35	59,21 <sup>b</sup>
<b>MÉDIA</b>	<i>64,01</i>	<i>61,92</i>	<i>61,21</i>	<i>59,91</i>	<i>59,95</i>
<b>P</b>	<i>0,2636</i>	<i>0,4848</i>	<i>0,4589</i>	<i>0,4993</i>	<i>0,0077</i>
<b>CV %</b>	<i>1,84</i>	<i>2,41</i>	<i>2,71</i>	<i>3,42</i>	<i>1,63</i>
<b>VI Período</b>					
DCN	62,62 <sup>b</sup>	60,26	61,14	60,08 <sup>b</sup>	59,92 <sup>b</sup>
DCTX	65,26 <sup>a</sup>	61,34	62,39	61,46 <sup>ab</sup>	62,19 <sup>a</sup>
DVitE	64,73 <sup>a</sup>	60,60	62,11	61,74 <sup>a</sup>	60,54 <sup>ab</sup>
DSe	63,49 <sup>ab</sup>	61,02	61,23	59,94 <sup>b</sup>	60,38 <sup>ab</sup>
DCTXVitESe	63,51 <sup>ab</sup>	60,52	61,04	60,69 <sup>ab</sup>	59,36 <sup>b</sup>
<b>MÉDIA</b>	<i>63,92</i>	<i>60,75</i>	<i>61,58</i>	<i>60,78</i>	<i>60,48</i>
<b>P</b>	<i>0,0057</i>	<i>0,4847</i>	<i>0,2435</i>	<i>0,0051</i>	<i>0,0095</i>
<b>CV %</b>	<i>2,24</i>	<i>2,12</i>	<i>2,38</i>	<i>1,77</i>	<i>2,50</i>

<sup>a, b</sup> As letras diferem nas colunas pelo Teste de Tukey (5%).

A inclusão de Cantaxantina e Vitamina E apresentaram um menor percentual de gema e um maior percentual de albúmen, que pode ser visto com um resultado satisfatório uma vez que durante a estocagem a gema absorve água do albúmen, fazendo com que a mesma fique maior e achatada em relação à uma gema sem armazenamento. O aumento na proporção de gema com o tempo de armazenamento pode ser atribuído à passagem de água do albúmen para a gema. Esses resultados estão parcialmente de acordo com os encontrados por Scott e Silversides (2000), que relataram que a porcentagem de albúmen diminui com o avanço na estocagem dos ovos. Como consequência, as porcentagens de gema e casca aumentam em função da redução no peso do ovo e da porcentagem de albúmen. Segundo Gonzales e Blas, (1991), durante a estocagem, ocorrem reações físicas e químicas que levam à degradação da estrutura da proteína presente na albumina espessa, tendo como produto das reações, água ligada a grandes moléculas de proteínas que passam para a gema por osmose.

Em ovos armazenados por 28 dias no primeiro período, a inclusão de Selênio na dieta apresentou um maior índice de gema ( $P=0,0012$ ) quando comparado a dieta de controle negativo e dieta com Vitamina E. Já no terceiro período, a mesma dieta apresentou menor índice de gema ( $P=0,0301$ ) em ovos sem armazenamento quando comparado a dieta com os três antioxidantes. Nos demais períodos não foram encontradas diferenças significativas entre tratamentos ( $P>0,05$ ) (Tabela 10).

Tabela 10 – Índice de gema durante os períodos de estudo nos diferentes tempos de armazenamento (0, 7, 14, 21 e 28 dias)

(continua)

<b>Índice de gema</b>					
<b>I Período</b>					
<b>TRAT</b>	<b>0 dia</b>	<b>7 dias</b>	<b>14 dias</b>	<b>21 dias</b>	<b>28 dias</b>
<b>DCN</b>	0,37	0,31	0,24	0,25	0,17 <sup>b</sup>
<b>DCTX</b>	0,37	0,31	0,25	0,26	0,18 <sup>ab</sup>
<b>DVitE</b>	0,37	0,32	0,25	0,25	0,17 <sup>b</sup>
<b>DSe</b>	0,37	0,32	0,25	0,25	0,20 <sup>a</sup>
<b>DCTXVitESe</b>	0,37	0,31	0,24	0,25	0,18 <sup>ab</sup>
<b>MÉDIA</b>	0,37	0,31	0,25	0,25	0,18
<b>P</b>	0,8494	0,7683	0,7762	0,3110	0,0012
<b>CV %</b>	3,75	4,19	7,10	6,46	7,20
<b>II Período</b>					
<b>DCN</b>	0,38	0,32	0,25	0,21	0,19
<b>DCTX</b>	0,38	0,31	0,25	0,22	0,20
<b>DVitE</b>	0,38	0,31	0,25	0,22	0,20
<b>DSe</b>	0,38	0,32	0,25	0,20	0,20
<b>DCTXVitESe</b>	0,38	0,30	0,24	0,20	0,18

(continuação)

<b>MÉDIA</b>	0,38	0,31	0,25	0,21	0,19
<b>P</b>	0,9702	0,2367	0,8431	0,5431	0,3290
<b>CV %</b>	3,64	4,55	7,19	12,62	8,05
<b>III Período</b>					
<b>DCN</b>	0,40 <sup>ab</sup>	0,36	0,30	0,25	0,19
<b>DCTX</b>	0,40 <sup>ab</sup>	0,36	0,29	0,26	0,20
<b>DVitE</b>	0,40 <sup>ab</sup>	0,35	0,30	0,24	0,19
<b>DSe</b>	0,39 <sup>b</sup>	0,34	0,30	0,25	0,19
<b>DCTXVitESe</b>	0,41 <sup>a</sup>	0,34	0,30	0,25	0,20
<b>MÉDIA</b>	0,40	0,35	0,30	0,25	0,19
<b>P</b>	0,0301	0,1430	0,9659	0,5859	0,1711
<b>CV %</b>	2,54	5,39	6,09	9,43	6,49
<b>VI Período</b>					
<b>DCN</b>	0,42	0,36	0,31	0,29	0,19
<b>DCTX</b>	0,41	0,36	0,33	0,31	0,19
<b>DVitE</b>	0,42	0,36	0,32	0,30	0,19
<b>DSe</b>	0,42	0,36	0,32	0,30	0,18
<b>DCTXVitESe</b>	0,41	0,37	0,31	0,30	0,19
<b>MÉDIA</b>	0,42	0,36	0,32	0,30	0,19
<b>P</b>	0,8063	0,6041	0,3050	0,4473	0,3475
<b>CV %</b>	4,25	4,89	6,01	5,12	8,17

<sup>a, b</sup> As letras diferem nas colunas pelo Teste de Tukey (5%).

A inclusão de Selênio proporcionou um melhor índice de gema somente para ovos armazenados por 28 dias, esta capacidade do Selênio em manter a qualidade dos ovos estocados pode estar relacionada com o aumento da atividade de enzimas antioxidantes presentes no ovo (RUTZ et al., 2003). São escassas as pesquisas com a inclusão dos três antioxidantes na dieta de poedeiras, contudo, no presente estudo a associação da Cantaxantina, Vitamina E e Selênio, apresentou melhor índice de gema para ovos sem armazenamento.

A adição de 6ppm de Cantaxantina e a inclusão dos três antioxidantes (200ppm de Vitamina E, 6ppm de Cantaxantina e 0,4ppm de Selênio) através da dieta, proporcionou o aumento significativo ( $P < 0,0001$ ) da coloração de gema dos ovos quando comparado as dietas em que o carotenoide não foi adicionado. Esses resultados foram obtidos em todos os períodos e diferentes tempos de armazenagem (Tabela 11).

Tabela 11 – Coloração de gema durante os períodos de estudo nos diferentes tempos de armazenamento (0, 7, 14, 21 e 28 dias)

<b>Coloração de gema</b>					
<b>I Período</b>					
<b>TRAT</b>	<b>0 dia</b>	<b>7 dias</b>	<b>14 dias</b>	<b>21 dias</b>	<b>28 dias</b>
<b>DCN</b>	4,50 <sup>b</sup>	4,00 <sup>b</sup>	5,25 <sup>b</sup>	5,00 <sup>b</sup>	5,00 <sup>b</sup>
<b>DCTX</b>	12,62 <sup>a</sup>	12,12 <sup>a</sup>	12,50 <sup>a</sup>	12,25 <sup>a</sup>	13,00 <sup>a</sup>
<b>DVitE</b>	4,37 <sup>b</sup>	4,25 <sup>b</sup>	5,00 <sup>b</sup>	5,00 <sup>b</sup>	5,37 <sup>b</sup>
<b>DSe</b>	4,50 <sup>b</sup>	4,00 <sup>b</sup>	4,75 <sup>b</sup>	5,00 <sup>b</sup>	5,37 <sup>b</sup>
<b>DCTXVitESe</b>	12,87 <sup>a</sup>	12,00 <sup>a</sup>	12,62 <sup>a</sup>	12,50 <sup>a</sup>	13,25 <sup>a</sup>
<b>MÉDIA</b>	7,77	7,27	8,02	7,95	8,40
<b>P</b>	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
<b>CV %</b>	7,08	3,58	8,12	8,80	6,12
<b>II Período</b>					
<b>DCN</b>	5,00 <sup>b</sup>	4,25 <sup>b</sup>	4,75 <sup>b</sup>	4,50 <sup>b</sup>	5,00 <sup>b</sup>
<b>DCTX</b>	13,12 <sup>a</sup>	12,25 <sup>a</sup>	11,75 <sup>a</sup>	11,87 <sup>a</sup>	12,65 <sup>a</sup>
<b>DVitE</b>	5,00 <sup>b</sup>	4,37 <sup>b</sup>	4,62 <sup>b</sup>	4,87 <sup>b</sup>	5,00 <sup>b</sup>
<b>DSe</b>	5,00 <sup>b</sup>	4,50 <sup>b</sup>	5,00 <sup>b</sup>	4,75 <sup>b</sup>	5,00 <sup>b</sup>
<b>DCTXVitESe</b>	12,87 <sup>a</sup>	12,37 <sup>a</sup>	12,25 <sup>a</sup>	12,37 <sup>a</sup>	12,50 <sup>a</sup>
<b>MÉDIA</b>	8,20	7,55	7,67	7,67	8,03
<b>P</b>	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
<b>CV %</b>	2,73	6,62	5,56	7,34	4,15
<b>III Período</b>					
<b>DCN</b>	5,00 <sup>b</sup>	5,00 <sup>b</sup>	4,62 <sup>b</sup>	5,37 <sup>b</sup>	5,75 <sup>b</sup>
<b>DCTX</b>	12,87 <sup>a</sup>	11,50 <sup>a</sup>	12,37 <sup>a</sup>	13,25 <sup>a</sup>	12,37 <sup>a</sup>
<b>DVitE</b>	5,00 <sup>b</sup>	5,00 <sup>b</sup>	5,00 <sup>b</sup>	5,50 <sup>b</sup>	6,00 <sup>b</sup>
<b>DSe</b>	5,00 <sup>b</sup>	4,87 <sup>b</sup>	4,87 <sup>b</sup>	5,50 <sup>b</sup>	5,75 <sup>b</sup>
<b>DCTXVitESe</b>	13,00 <sup>a</sup>	11,87 <sup>a</sup>	12,50 <sup>a</sup>	13,62 <sup>a</sup>	12,50 <sup>a</sup>
<b>MÉDIA</b>	8,17	7,65	7,87	8,65	8,47
<b>P</b>	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
<b>CV %</b>	1,93	5,30	7,63	6,55	6,58
<b>VI Período</b>					
<b>DCN</b>	6,62 <sup>b</sup>	5,25 <sup>b</sup>	5,37 <sup>b</sup>	5,37 <sup>b</sup>	4,75 <sup>b</sup>
<b>DCTX</b>	13,37 <sup>a</sup>	12,62 <sup>a</sup>	12,62 <sup>a</sup>	12,87 <sup>a</sup>	13,50 <sup>a</sup>
<b>DVitE</b>	6,25 <sup>b</sup>	5,37 <sup>b</sup>	5,25 <sup>b</sup>	5,62 <sup>b</sup>	4,87 <sup>b</sup>
<b>DSe</b>	6,12 <sup>b</sup>	5,12 <sup>b</sup>	5,37 <sup>b</sup>	5,75 <sup>b</sup>	5,00 <sup>b</sup>
<b>DCTXVitESe</b>	13,50 <sup>a</sup>	12,75 <sup>a</sup>	13,00 <sup>a</sup>	13,12 <sup>a</sup>	13,37 <sup>a</sup>
<b>MÉDIA</b>	9,17	8,22	8,32	8,55	8,30
<b>P</b>	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
<b>CV %</b>	5,86	6,37	5,42	5,23	5,09

<sup>a, b</sup> As letras diferem nas colunas pelo Teste de Tukey (5%).

Estes resultados são semelhantes ao encontrados por Schoner et al. (1990), Angeles e Scheideler (1998) e Halaj et al. (1999). Schoner et al. (1990), comparando a eficiência da Cantaxantina 10% e Citraxantina 10%, constataram que ambos os carotenoides sintéticos

incorporados a dietas de poedeiras tornaram a coloração dos ovos estáveis durante 12 semanas de armazenamento em temperatura de sala de estocagem. Angeles e Scheideler (1998), trabalhando com duas fontes sintéticas de Cantaxantina (*Carophyll Yellow* e *Carophyll Red*) durante 8 semanas, observaram um aumento significativo na coloração das gemas. Halaj et al. (1999), utilizando pigmentante sintético (Cantaxantina), verificaram aumento linear na pigmentação das gemas após 7 a 10 dias de suplementação.

Através da inclusão de 0,4ppm de Selênio na dieta de poedeiras foi possível observar o aumento significativo ( $P=0,0271$ ) da Unidade Haugh para ovos armazenados durante 7 dias no primeiro período de estudo, quando comparado ao tratamento de controle negativo. O efeito da suplementação de Selênio também se mostrou superior ( $P=0,0092$ ) no quarto período, em ovos armazenados por 14 dias quando comparado a dieta com os três antioxidantes e não diferindo do controle negativo. Nos demais períodos não foram observadas diferenças significativas entre tratamentos ( $P>0,05$ ) (Tabela 12).

Tabela 12 – Unidade Haugh durante os períodos de estudo nos diferentes tempos de armazenamento (0, 7, 14, 21 e 28 dias)

(continua)

<b>Unidade Haugh</b>					
<b>I Período</b>					
<b>TRAT</b>	<b>0 dia</b>	<b>7 dias</b>	<b>14 dias</b>	<b>21 dias</b>	<b>28 dias</b>
<b>DCN</b>	90,63	76,23 <sup>b</sup>	72,70	66,70	68,44
<b>DCTX</b>	91,39	79,04 <sup>ab</sup>	73,27	66,93	67,30
<b>DVitE</b>	88,23	78,52 <sup>ab</sup>	72,86	63,66	69,37
<b>DSe</b>	92,18	79,85 <sup>a</sup>	73,38	64,54	66,78
<b>DCTXVitESe</b>	89,57	77,24 <sup>ab</sup>	74,25	67,41	65,65
<b>MÉDIA</b>	90,40	78,18	73,29	65,85	67,51
<b>P</b>	0,1863	0,0271	0,6284	0,2269	0,0862
<b>CV %</b>	3,78	2,96	2,89	5,80	4,06
<b>II Período</b>					
<b>DCN</b>	92,72	78,43	71,68	68,29	67,74
<b>DCTX</b>	92,51	77,21	70,16	67,38	67,84
<b>DVitE</b>	93,01	77,80	68,84	66,40	67,48
<b>DSe</b>	90,82	76,15	72,42	67,39	67,15
<b>DCTXVitESe</b>	92,34	75,41	68,12	68,21	65,82
<b>MÉDIA</b>	92,28	77,00	70,24	67,53	67,21
<b>P</b>	0,7032	0,2377	0,1364	0,1957	0,2918
<b>CV %</b>	3,55	3,73	5,36	2,54	3,02

(continuação)

<b>III Período</b>					
<b>DCN</b>	89,96	74,27	70,14	68,87	68,17
<b>DCTX</b>	87,72	71,81	65,61	69,63	67,89
<b>DVitE</b>	86,28	71,24	69,42	66,25	66,75
<b>DSe</b>	88,17	70,84	68,50	70,92	68,33
<b>DCTXVitESe</b>	85,77	71,71	67,23	69,48	68,74
<b>MÉDIA</b>	87,58	71,97	68,18	69,03	67,98
<b>P</b>	0,1633	0,7183	0,4091	0,5430	0,6720
<b>CV %</b>	4,06	7,27	7,39	7,98	4,06
<b>VI Período</b>					
<b>DCN</b>	92,31	81,32	71,93 <sup>a</sup>	69,31	66,59
<b>DCTX</b>	94,11	79,95	70,14 <sup>ab</sup>	68,17	68,32
<b>DVitE</b>	94,88	80,01	70,44 <sup>ab</sup>	69,30	66,30
<b>DSe</b>	94,28	81,02	71,85 <sup>a</sup>	68,80	66,34
<b>DCTXVitESe</b>	91,47	79,47	66,49 <sup>b</sup>	70,83	63,08
<b>MÉDIA</b>	93,41	80,35	70,17	69,28	66,13
<b>P</b>	0,1517	0,8666	0,0092	0,7238	0,4079
<b>CV %</b>	3,27	4,92	4,47	5,59	8,02

<sup>a, b</sup> As letras diferem nas colunas pelo Teste de Tukey (5%).

Aljamal et al. (2008) e Arpásová et al. (2009), também encontraram aumento significativo nos valores de unidade Haugh dos ovos de aves suplementadas com Se orgânico. Wakebe (1998) e Rutz et al. (2003), obtiveram uma maior consistência do albúmen devido à utilização de Selênio orgânico na dieta de poedeiras comerciais. Segundo Pan et al. (2010), a melhora na qualidade do albúmen aparentemente indica uma ação permissiva do Selênio orgânico, resultando em uma situação onde o estrogênio e/ou progesterona exercem a sua ação promovendo a deposição do albúmen com maior consistência no lúmen do magno. Este estudo discorda dos resultados encontrados por Chantiraticul et al. (2008), onde os valores de unidade Haugh de ovos de galinhas poedeiras não se alteraram quando as aves receberam dietas suplementadas com Se orgânico nos níveis 0; 0,3; 1,0 e 3,0ppm.

Sobre o efeito de tratamento em cada tempo de armazenamento, foi verificado aumento significativo ( $P=0,0386$ ) nos valores médios de TBARS no tratamento de controle negativo, aos 21 dias de armazenamento, quando comparado à dieta com adição de 200ppm de Vitamina E, não diferindo dos demais tratamentos. Não houve diferenças significativas para os demais tempos de armazenamento ( $P>0,05$ ) (Tabela 13).



Tabela 13 – Valor de TBARS ( $\mu\text{g}$  de malondialdeído/kg de gema) da gema no período total de estudo nos diferentes tempos de armazenamento (0, 7, 14, 21 e 28 dias)

<b>TBARS (<math>\mu\text{gMDA/kg/gema}</math>) (40<sup>a</sup> – 55<sup>a</sup>)</b>					
<b>TRAT</b>	<b>0 dia</b>	<b>7 dias</b>	<b>14 dias</b>	<b>21 dias</b>	<b>28 dias</b>
<b>DCN</b>	58,83	58,87	65,97	108,74 <sup>a</sup>	68,23
<b>DCTX</b>	57,04	62,34	66,35	75,06 <sup>ab</sup>	64,55
<b>DVitE</b>	59,18	50,01	61,12	66,79 <sup>b</sup>	71,13
<b>DSe</b>	55,48	57,13	65,36	96,58 <sup>ab</sup>	71,92
<b>DCTXVitESe</b>	53,33	48,66	59,93	77,42 <sup>ab</sup>	73,33
<b>MÉDIA</b>	56,77	55,40	63,75	84,92	69,83
<b>P</b>	0,9516	0,3810	0,8953	0,0386	0,9658
<b>CV %</b>	6,91	6,87	6,55	7,33	7,64

<sup>a, b</sup> As letras diferem nas colunas pelo Teste de Tukey (5%).

Estes resultados foram semelhantes aos encontrados por Galobart et al. (2001a), que ao avaliarem o efeito antioxidante da vitamina E, com dois níveis de inclusão (0 e 200 mg/kg) na ração de poedeiras contendo 5% de óleo de linhaça, demonstraram que a vitamina E foi eficiente como antioxidante, pois no grupo suplementado os valores de hidroperóxidos dos ovos foram significativamente menores quando comparado ao grupo não suplementado.

Em outro experimento, Galobart et al. (2001b) observaram novamente o efeito positivo da vitamina E, suplementada na ração em 200 mg/kg, sobre a estabilidade oxidativa dos ovos enriquecidos com PUFA. Entretanto, Botsoglou et al. (2005) avaliaram a capacidade antioxidante da vitamina E, suplementada na dieta de poedeiras, sobre os lipídios da gema de ovos armazenados por dois meses sob refrigeração a 4°C, não obtiveram diferenças significativas, pois a concentração de MDA manteve-se relativamente constante durante o período de armazenamento, independente dos tratamentos, 0 e 200 mg/kg de acetato de alfa-tocoferil.

Não foram apresentadas diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) para as variáveis percentual de casca (Tabela 14), resistência da membrana vitelina (Tabela 15), pH de albúmen (Tabela 16), densidade específica (Tabela 17) e espessura de casca (Tabela 18), durante todo período experimental.

Tabela 14 – Percentual (%) de casca, durante os períodos de estudo nos diferentes tempos de armazenamento (0, 7, 14, 21 e 28 dias)

<b>Percentual de casca (%)</b>					
<b>I Período</b>					
<b>TRAT</b>	<b>0 dia</b>	<b>7 dias</b>	<b>14 dias</b>	<b>21 dias</b>	<b>28 dias</b>
<b>DCN</b>	9,49	9,87	10,68	10,18	10,54
<b>DCTX</b>	9,76	10,15	10,45	10,13	10,40
<b>DVitE</b>	9,91	9,93	10,55	10,04	10,50
<b>DSe</b>	9,53	9,79	10,50	10,01	10,20
<b>DCTXVitESe</b>	9,96	10,02	10,68	10,30	10,06
<b>MÉDIA</b>	9,73	9,95	10,57	10,13	10,34
<b>P</b>	0,2325	0,4879	0,7771	0,7590	0,4457
<b>CV %</b>	5,13	4,27	4,34	4,72	5,76
<b>II Período</b>					
<b>DCN</b>	9,67	10,05	10,29	10,20	10,82
<b>DCTX</b>	9,97	10,15	9,97	10,37	10,87
<b>DVitE</b>	9,61	10,29	9,97	10,20	10,67
<b>DSe</b>	9,62	10,20	10,05	10,41	10,76
<b>DCTXVitESe</b>	9,80	10,03	10,13	10,16	10,69
<b>MÉDIA</b>	9,73	10,14	10,08	10,27	10,76
<b>P</b>	0,7242	0,9173	0,6973	0,7698	0,9233
<b>CV %</b>	6,22	6,04	5,08	4,69	4,55
<b>III Período</b>					
<b>DCN</b>	9,88	9,90	9,88	10,28	10,87
<b>DCTX</b>	9,86	9,99	10,13	10,24	10,72
<b>DVitE</b>	9,90	9,93	9,85	10,60	10,38
<b>DSe</b>	9,81	9,79	10,19	10,36	10,70
<b>DCTXVitESe</b>	10,35	9,76	9,93	10,53	11,01
<b>MÉDIA</b>	9,96	9,87	9,99	10,40	10,74
<b>P</b>	0,4553	0,9170	0,6613	0,6282	0,0646
<b>CV %</b>	6,40	5,82	5,38	5,36	4,01
<b>VI Período</b>					
<b>DCN</b>	9,85	10,13	10,17	10,46	10,20
<b>DCTX</b>	9,79	10,15	10,28	10,25	9,88
<b>DVitE</b>	9,94	10,19	10,14	10,61	10,51
<b>DSe</b>	10,03	9,69	10,41	10,61	10,32
<b>DCTXVitESe</b>	10,15	9,97	10,39	10,36	10,72
<b>MÉDIA</b>	9,95	10,03	10,28	10,46	10,33
<b>P</b>	0,3685	0,1458	0,7724	0,5024	0,0591
<b>CV %</b>	3,90	4,34	5,03	4,63	5,47

(P&gt;0,05) – não significativo.

Tabela 15 – Resistência da membrana vitelina durante os períodos de estudo nos diferentes tempos de armazenamento (0, 7, 14, 21 e 28 dias)

<b>Resistência da Membrana Vitelina (N)</b>						
<b>I Período</b>						
<b>TRAT</b>	<b>0 dia</b>	<b>7 dias</b>	<b>14 dias</b>	<b>21 dias</b>	<b>28 dias</b>	
<b>DCN</b>	7,20	7,24	6,87	7,71	6,76	
<b>DCTX</b>	7,25	7,26	6,91	7,96	6,99	
<b>DVitE</b>	7,09	7,62	7,24	7,75	7,09	
<b>DSe</b>	7,11	7,08	6,90	7,50	6,87	
<b>DCTXVitESe</b>	7,23	7,14	6,98	7,80	7,16	
<b>MÉDIA</b>	7,18	7,27	6,98	7,74	6,97	
<b>P</b>	0,8844	0,1457	0,3012	0,3393	0,5729	
<b>CV %</b>	5,19	5,97	5,42	5,59	7,60	
<b>II Período</b>						
<b>DCN</b>	7,27	6,98	6,91	6,90	6,87	
<b>DCTX</b>	7,17	7,17	7,08	6,90	6,96	
<b>DVitE</b>	7,18	6,94	6,84	7,26	6,94	
<b>DSe</b>	7,36	7,21	6,96	7,02	7,05	
<b>DCTXVitESe</b>	7,17	7,04	7,05	7,13	7,16	
<b>MÉDIA</b>	7,23	7,07	6,97	7,04	7,00	
<b>P</b>	0,8889	0,7468	0,8320	0,5093	0,7180	
<b>CV %</b>	6,21	6,86	6,80	6,84	6,33	
<b>III Período</b>						
<b>DCN</b>	7,27	6,90	6,91	7,17	7,10	
<b>DCTX</b>	6,94	7,00	6,97	7,12	7,07	
<b>DVitE</b>	7,28	6,78	6,92	7,28	7,05	
<b>DSe</b>	7,16	7,06	7,04	6,78	6,88	
<b>DCTXVitESe</b>	7,31	7,23	7,13	7,14	7,15	
<b>MÉDIA</b>	7,19	6,99	6,99	7,10	7,05	
<b>P</b>	0,5162	0,1304	0,8875	0,5006	0,5653	
<b>CV %</b>	6,61	4,93	6,89	8,10	4,64	
<b>VI Período</b>						
<b>DCN</b>	7,21	7,30	7,35	7,02	7,05	
<b>DCTX</b>	7,05	7,18	6,97	6,98	7,12	
<b>DVitE</b>	7,34	7,50	7,11	7,23	7,09	
<b>DSe</b>	7,23	7,07	7,07	7,15	7,32	
<b>DCTXVitESe</b>	7,07	7,22	6,90	7,04	6,95	
<b>MÉDIA</b>	7,18	7,25	7,08	7,08	7,11	
<b>P</b>	0,7080	0,3750	0,1981	0,7468	0,5541	
<b>CV %</b>	6,44	5,95	5,41	5,99	6,17	

(P&gt;0,05) – não significativo.

Tabela 16 – pH de albúmen durante os períodos de estudo nos diferentes tempos de armazenamento (0, 7, 14, 21 e 28 dias)

<b>pH de albúmen</b>					
<b>I Período</b>					
<b>TRAT</b>	<b>0 dia</b>	<b>7 dias</b>	<b>14 dias</b>	<b>21 dias</b>	<b>28 dias</b>
<b>DCN</b>	8,64	8,28	9,29	9,27	9,56
<b>DCTX</b>	8,65	8,28	9,27	9,19	9,55
<b>DVitE</b>	8,70	8,29	9,22	9,23	9,54
<b>DSe</b>	8,64	8,33	9,22	9,24	9,54
<b>DCTXVitESe</b>	8,64	8,30	9,25	9,28	9,53
<b>MÉDIA</b>	8,65	8,30	9,25	9,24	9,54
<b>P</b>	0,8052	0,8230	0,2526	0,5711	0,9031
<b>CV %</b>	1,36	1,02	0,80	1,24	0,56
<b>II Período</b>					
<b>DCN</b>	8,39	8,20	9,37	9,32	9,56
<b>DCTX</b>	8,44	8,21	9,37	9,35	9,61
<b>DVitE</b>	8,38	8,17	9,33	9,34	9,57
<b>DSe</b>	8,50	8,23	9,37	9,35	9,60
<b>DCTXVitESe</b>	8,47	8,20	9,41	9,36	9,65
<b>MÉDIA</b>	8,44	9,20	9,37	9,34	9,60
<b>P</b>	0,4358	0,8951	0,5350	0,9539	0,7137
<b>CV %</b>	1,73	1,36	0,94	0,94	1,52
<b>III Período</b>					
<b>DCN</b>	8,48	9,21	9,35	9,57	9,39
<b>DCTX</b>	8,44	9,29	9,36	9,58	9,40
<b>DVitE</b>	8,30	9,24	9,36	9,54	9,35
<b>DSe</b>	8,52	9,38	9,36	9,65	9,41
<b>DCTXVitESe</b>	8,46	9,35	9,36	9,59	9,41
<b>MÉDIA</b>	8,44	9,29	9,36	9,59	9,39
<b>P</b>	0,4750	0,3419	0,9628	0,7386	0,2247
<b>CV %</b>	2,89	1,99	0,43	1,56	0,66
<b>VI Período</b>					
<b>DCN</b>	8,44	9,32	9,00	9,27	9,73
<b>DCTX</b>	8,50	9,29	8,96	9,24	9,73
<b>DVitE</b>	8,38	9,31	8,94	9,25	9,71
<b>DSe</b>	8,53	9,31	9,00	9,30	9,75
<b>DCTXVitESe</b>	8,44	9,28	9,02	9,28	9,75
<b>MÉDIA</b>	8,46	9,30	8,98	9,27	9,73
<b>P</b>	0,4334	0,2751	0,2871	0,5486	0,5803
<b>CV %</b>	1,94	0,47	0,90	0,86	0,61

(P&gt;0,05) – não significativo.

Tabela 17 – Densidade específica (g/ml) de ovos de poedeiras comerciais nos períodos avaliados

<b>Densidade Específica (g/ml)</b>				
<b>TRAT</b>	<b>43ª Semana</b>	<b>47ª Semana</b>	<b>51ª Semana</b>	<b>55ª Semana</b>
<b>DCN</b>	1088,37	1092,37	1090,37	1089,50
<b>DCTX</b>	1089,00	1091,75	1089,87	1089,62
<b>DVitE</b>	1089,50	1090,62	1089,50	1089,25
<b>DSe</b>	1089,50	1089,87	1091,12	1089,25
<b>DCTXVitESe</b>	1089,62	1089,87	1089,75	1090,25
<b>MÉDIA</b>	<i>1089,20</i>	<i>1090,90</i>	<i>1090,12</i>	<i>1089,57</i>
<b>P</b>	<i>0,5592</i>	<i>0,2237</i>	<i>0,7045</i>	<i>0,7817</i>
<b>CV %</b>	<i>0,15</i>	<i>0,24</i>	<i>0,23</i>	<i>0,16</i>

(P&gt;0,05) – não significativo.

Tabela 18 – Espessura de casca para os diferentes períodos avaliados

<b>Espessura de casca (mm)</b>				
<b>TRAT</b>	<b>43ª Semana</b>	<b>47ª Semana</b>	<b>51ª Semana</b>	<b>55ª Semana</b>
<b>DCN</b>	0,417	0,415	0,414	0,413
<b>DCTX</b>	0,426	0,420	0,413	0,422
<b>DVitE</b>	0,436	0,407	0,408	0,419
<b>DSe</b>	0,422	0,401	0,410	0,424
<b>DCTXVitESe</b>	0,435	0,413	0,414	0,419
<b>MÉDIA</b>	<i>0,427</i>	<i>0,411</i>	<i>0,412</i>	<i>0,419</i>
<b>P</b>	<i>0,1247</i>	<i>0,6293</i>	<i>0,9822</i>	<i>0,7025</i>
<b>CV %</b>	<i>4,07</i>	<i>6,22</i>	<i>5,91</i>	<i>3,69</i>

(P&gt;0,05) – não significativo.

## 6 CONCLUSÃO

A suplementação de Cantaxantina proporcionou um maior peso de ovo, melhor porcentagem de gema e albúmen e aumento na coloração de gemas.

A Vitamina E demonstrou ser um excelente antioxidante em ovos armazenados por 21 dias, podendo ser adicionado a dieta de poedeiras trazendo benefícios na qualidade interna de ovos armazenados e principalmente, menor oxidação lipídica de ovos.

Selênio Orgânico melhorou alguns dos parâmetros produtivos e de qualidade interna de ovos armazenados.

Os parâmetros de consumo de ração, peso corporal, percentual de casca, resistência de membrana vitelina, pH de albúmen, densidade específica e espessura de casca não foram afetados pelo consumo de dietas contendo Cantaxantina, Vitamina E, e Selênio.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, C. A. *Nutricines: food components in health and nutrition*. Nottingham: **Nottingham University Press**, cap. 2, p. 11-32: Oxidation and antioxidants. 1999.
- ALJAMAL, A. A.; MASA'DEH, M. K.; SCHEIDELER, S. E. Vitamin E and selenium supplementation in laying hens. **Anais...** Disponível em: <<http://www.poultryscience.org/psa08/abstracts/050.pdf>>. 2008. acesso em 19 de Agosto de 2015.
- ANGELES, M.; SCHEIDELER, S. Effect of diet, level, and source of xanthophyll on hen performance and egg yolk pigmentation. PSA'98. Annual Meeting Abstracts Pinnstater Conference Center. In: **Official Journal of the Poultry Science Association**. p. 1-18, 1998.
- ARAÚJO, J. M. **Química de Alimentos: Teoria e Prática**. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, p.478, 2006.
- ARAÚJO, J. A.; SILVA, J. H.; AMÂNCIO, A. L. et al. Fontes de minerais para poedeiras. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 2, n. 3, p. 53-60, 2008.
- ARAÚJO, J. M. A. **Química de Alimentos, Teoria e Prática**. 4. ed. Viçosa: Editora UFV, p. 596, 2008.
- ARPÁSOVÁ, H. et al. The effects of supplementing sodium selenite and selenized yeast to the diet for laying hens on the quality and mineral content of eggs. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v. 18, p. 90-100, 2009.
- AUSTRALIAN EGG CORPORATION LIMITED. **Food & Nutrition Australian Ltd**, October, v. 3, p. 7, 2005.
- BAIÃO, N. C. et al. Influence of type and source of xanthophylls and level of use on yolk pigmentation. Poultry Science Association 85th Annual Meeting. In: **Official Journal of the Poultry Science Association**. Louisville, Kentucky, 1996 (July 8-12); 1:84.
- BATISTA, E. C. S.; COSTA, A. G. V.; PINHEIRO'SANT'ANA, H. M. **Adição da Vitamina E aos alimentos: implicações para os alimentos e para a saúde humana**. Revista de Nutrição, v. 20, n. 5, p. 525-535, 2007.
- BARROETA, A. et al. Óptima nutrición vitamínica de los animales para la producción de alimentos de calidad, **Pulso Ediciones**, Barcelona. 2002.
- BEARDSWORTH, P. M.; HERNÁNDEZ, J. M. Canthaxanthin is more than a safe carotenoid. **World Poultry**, v. 19, p. 14-15, 2003.
- BENDICH, A.; OLSON, J. A. Biological actions of carotenoids. **Journal of the Federation of American Societies for Experimental Biology – FASEB**, 1989. v. 3, p. 1927-1932. Disponível em: <<http://www.faseb.org>>. Acesso em: 05 ago. 2014.
- BENITES, C. I.; FURTADO, P. B. S.; SEIBEL, N. F. **Características e aspectos nutricionais do ovo**. In: SOUZ-SOARES, L. A.; SIEWERDT, F. Aves e ovos. Pelotas: UFPEL, 2005, p. 57-64.

BENNETT, D. C.; CHENG, K. M. Selenium enrichment of table eggs. **Poultry Science**, v. 89, n. 10, p. 2166-2172, 2010.

BERARDINELLI, A. et al. Effects of transport vibrations on quality indices of shell eggs. **Biosystems Engineering**, v. 86, n. 4, p. 495-502, 2003.

BOLLENGIER-LEE, S. et al. Influence of high dietary vitamin E supplementation on egg production and plasma characteristics in hens subjected to heat stress. **British Poultry Science**, n. 39, p. 106-112, 1998.

BOTSOGLOU, N. A. et al. Effect of dietary saffron (*Crocuta sativus* L.) on the oxidative stability of egg yolk. **British Poultry Science**, v. 46, p. 701-707, 2005.

BRANT, A. W. et al. Recommended standard for scoring and measuring opened egg quality. **Food Technology**, v. 5, p. 356, 1951.

BRANTON, S. L. et al. Fatty liver-hemorrhagic syndrome observed in commercial layers fed diets containing chelated minerals. **Avian Diseases**, v. 39, p. 631-635, 1995.

BRITO, C. O. **Importância do Selênio sobre Produção Animal e Saúde Humana**. 2007. Disponível em: [http://www.polinutri.com.br/artigos\\_tecnicos\\_detalhe.asp?id\\_tb\\_artigo=207](http://www.polinutri.com.br/artigos_tecnicos_detalhe.asp?id_tb_artigo=207). Acesso em: 12 ago. 2014.

CANTOR, A. H. et al. Effects of selenium yeast (Sel-Plex) on egg selenium concentrations. 1. Sel-Plex vs selenite. pp. 155-164. In: **Biotechnology in the Feed Industry**. Proceedings of Alltech's Twelfth Annual Symposium, Ed. Lyons, T. P. and Jacques, K. A., Nottingham University Press, Nottingham, UK, p. 376, 1996.

CANTOR, A. H. The role of selenium in poultry nutrition. In: LYONS, T. P.; JACQUES, K. A. **Biotechnology in the feed industry**. 13th Annual Symposium. **Proceedings...** Nottingham, UK: Nottingham University Press, 1997.

CARBÓ, C. B. **La gallina ponedora**. Madrid, Espanha: Ediciones Mundi – Prensa, p. 519, 1987.

CARVALHO, F. B. **Influência da idade, da linhagem, do sistema e do tempo de conservação na qualidade interna e da casca de ovos comerciais**. 2003. 40 f. Monografia (Especialização em Zootecnia). Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia

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

CLOSA, S. et al. Composición de huevos de gallina y codorniz. Archivos Latinoamericanos de nutrición, Caracas, v. 49, n. 2. 1999. Disponível em: <[http://www.alanrevista.org/ediciones/1999 2/composicion\\_huevos\\_gallina\\_codorniz.asp](http://www.alanrevista.org/ediciones/1999%20/composicion_huevos_gallina_codorniz.asp)>. Acesso em: 10 nov. 2015.



COSTA, F. G. P. et al. Utilização de sel-plex e bio-plex em dietas para codornas japonesas em postura. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia. 2009. p. 46.

COSTANTINI, D.; MOLLER, A. P. Does immune response cause oxidative stress in birds? A meta-analysis. **Comparative Biochemistry and Physiology, Part A** v. 153, p. 339-344, 2009.

DUARTE-ALMEIDA et al. Avaliação da atividade antioxidante utilizando sistema  $\beta$ -caroteno/ácido linoléico e método de seqüestro de radicais DPPH. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 2, p. 446-452, 2006.

EL-MALLAH, G. M. et al. Improving performance and some metabolic response by using some antioxidants in laying diets during summer season. **Journal of American Science**, v. 7, n. 4, p. 217-224, 2011.

ENSMINGER, M. E. **Poultry science**. 3. ed. Illinois: Interstate Publishers, 1992. 469 p.

EUROPEAN COMMISSION. **Opinion of the Scientific Committee on Animal Nutrition on the use of canthaxanthin in feedingstuffs for salmon and trout, laying hens, and other poultry**, abril, 2002. Disponibilidade em: [http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scan/out81\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scan/out81_en.pdf). Acesso em: 25 jun. 2013.

FAO. AGRIBUSINESS HANDBOOK - **Poultry Meat & eggs**, 2010 [online], 2010. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/012/al175e/al175e.pdf>>. Acesso em: 08 nov. 2015.

FARIA, D. E.; JUNQUEIRA, O. M. Enfermidades nutricionais. In: BERCHIERI Jr, A., MACARI, M. **Doenças das aves**. Campinas: Facta, 2000. p. 429-448.

FERNANDES, J. I. M. et al. Effects of organic mineral dietary supplementation on production performance and egg quality of white layers. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 10, p. 59-65, 2008.

FERNANDEZ, I. B. et al. Efeito da adição de minerais Selênio e Zinco orgânicos no desempenho de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, Maringá, 2009.

FIGUEIREDO JÚNIOR, J. P. et al. Substituição de minerais inorgânicos por orgânicos na alimentação de poedeiras semipesadas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, p. 513-518, 2013.

GALOBART, J. et al. Effect of dietary supplementation with rosemary extract and alfa-tocoferil acetate on lipid oxidation in eggs enriched with  $\omega$ -3-fatty acids. **Poultry Science**, v. 80, p. 460-467, 2001a.

GALOBART, J. et al. Lipid oxidation in fresh and spray-dried eggs enriched with  $\omega$ -3 e  $\omega$ -6 polyunsaturated fatty acids during storage as affected by dietary vitamin E and canthaxantin supplementation. **Poultry Science**, v. 80, p. 327-337, 2001b.

- GARCIA, E. A. et al. Efeito dos níveis de Cantaxantina na dieta sobre o desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira Ciência Avícola**, v. 4, n. 1, 2002.
- GARCIA, E. R. M. et al. Qualidade de ovos de poedeiras semipesadas armazenados em diferentes temperaturas e períodos de estocagem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 11, n. 2, 2010.
- GONÇALVES, F. M.; RECH, J. L.; RUTZ, F. Influência da fonte de Selênio na coloração da gema do ovo. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPel, 14, 2006, Pelotas. **Anais eletrônicos...** Pelotas: UFPel, 2006. Disponível em: <[http://www.ufpel.edu.br/cic/2006/arquivos/indice\\_CA.html](http://www.ufpel.edu.br/cic/2006/arquivos/indice_CA.html)>. Acesso em: 1 ago. 2014.
- GONZALES, M.; BLAS, B. **Nutricion y alimentacion de gallinas ponedoras**. Madrid: Mundi-Prensa, 1991. 263p.
- GOODWIN, T. W. **Chemistry and biochemistry of plants pigments**. Academic Press. 1965.
- GRAVENA, R. A. et al. Suplementação da dieta de codornas com minerais nas formas orgânicas sobre o desempenho e qualidade dos ovos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, p. 1453-1460, 2011.
- HALAJ, M. et al. The effect of synthetic pigment addition to feed on the color of hen egg yolk. **Czech Journal of Animal Science**, v. 44, p. 87-92, 1999.
- HALLIWEL, B.; ARUOMA, O. I. Free radicals and antioxidants: the need for in vivo markers of oxidative stress. In: **Antioxidant methodology: in vivo an in vitro concepts**. Champaing: AOCS Press, 1997. p. 1-22.
- HAMILTON, R. M. G. Methods and factors that affect the measurement of egg shell quality. **Poultry Science**, v. 61, p. 2022, 1982.
- HANNIBAL, L. et al. Isolation and characterization of canthaxanthin biosynthesis genes from the photosynthetic bacterium *Bradyrhizobium* sp. Strain ORS 278. **Journal Bacteriology**, Washington, v. 182; p. 3850-3853, 2000.
- HAUGH, R.R. The Haugh unit for measuring egg quality. **United States Egg Poultry Magazine**, v.43, p.552-555, 1937.
- HOGG, N.; KALYANARAMAN, B. Nitric oxide and lipid peroxidation. **Biochimica et Biophysica Acta**, v. 1411, p. 378-384, 1999.
- KARADAS, F. et al. Effects of carotenoids from lucerne, marigold and tomato on egg yolk pigmentation and carotenoid composition. **British Poultry Science**, n. 47, p. 561-566, 2006.
- KAROUI, R. et al. Methods to evaluate egg freshness in research and industry: a review. **European Food Research and Technology**, v. 222, p. 727-732, 2006.

KEENER, K. M. et al. Effect of testing temperature on internal egg quality measurements. **Poultry Science**, v. 85, p. 550-555, 2006.

KIRUNDA, D.; SCHEIDELER, S. E.; MCKEE, R. The efficacy of vitamin E (DL-alpha-tocopheryl acetate) supplementation in hen diets to alleviate egg quality deterioration associated with temperature exposure. **Poultry Science**, 80: Abstract, 2001.

KOVACS-NOLAN, J.; MARSHALL, P.; MINE, Y. Advances in value of eggs and egg components for human health. **Journal of agricultural and food chemistry**, n. 53. p. 8421-8431, 2005. Disponível em: <<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf050964f>>. Acesso em: 05 dez. 2015.

KURILICH, A. C.; JUVIK, J. A. Quantification of carotenoid and tocopherols antioxidants in *Zea mays*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, ed. 47, p. 1948-1955, 1999.

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

LEANDRO, N. S. M. et al. Aspectos de qualidade interna e externa de ovos comercializados em diferentes estabelecimentos na região de Goiânia. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 6, n. 2, p. 71-78, 2005.

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

LIMA, E. S.; ABDALLA, D. S. P. Peroxidação lipídica: mecanismos e avaliação em amostras biológicas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 37, n. 3, p. 293-303, 2001.

LIN, H. New approach of testing the effect of heat stress on eggshell quality: mechanical and material properties of eggshell and membrane. **British Poultry Science**, v. 45, n. 4, p. 476-482, 2004.

LLOBET, J. A. C.; PONTES, M. P.; GONZALES, F. F. **Factores que afectan a la calidad del huevo**. In: Producción de huevos. Barcelona, Espanha: Tecnograf S. A., 1989. p. 255-274.

LOZANO-ALCÁZAR, J. Manifestaciones oftalmológicas de la terapéutica médica general. **Revista Mexicana de Oftalmología**, Cidade do México, v. 69, n. 5, p. 171-174, 1995.

MACHLIN, L. J. 1991. Vitamin E. In: **Handbook of vitamins**, edited by Machlin L. J., 2nd ED., NY: Marcel Dekker 99-144.

MAPA. Portaria n. 01 de 21 de fevereiro de 1990. **Normas Gerais de Inspeção de Ovos e Derivados, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**, 1990.

MAPA. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. Decreto nº 30.691, de 29 de março de 1952, e alterações. DOU. Brasília atualizado em 1997.

MCDOWELL, L. R. 1989. Vitamins in animal nutrition – Comparative aspects to Human nutrition, **Academy Press**, California.

MENDES, F. R. **Qualidade física, química e microbiológica de ovos lavados armazenados sob duas temperaturas e experimentalmente contaminados com *Pseudomonas aeruginosa***. 2010.72f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

MÍNGUEZ-MOSQUERA, M. I.; HORNERO-MÉNDEZ, D.; PÉREZ-GÁLVEZ, A. “Carotenoids and provitamin A in Functional Foods”. In **Methods of Analysis for Functional Foods and Nutraceuticals**; CRC Press LLC, 2002; cap. 3.

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

MORAIS, F. L. **Carotenóides: características biológicas e químicas**. 2006. 60 f. Monografia (Curso de Especialização em Qualidade em Alimentos) - Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2006.

MORENG, R. E.; AVENS, J. S. **Ciência e produção de aves**. São Paulo: Roca, 1990. 380 p.

NOVOGEN BROWN, Guia de manejo de poedeiras comerciais.

OLIVEIRA, B. L. Processamento e industrialização de ovos. In: SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA, 4. 2000, Goiânia, GO. **Anais**. Simpósio Goiano De Avicultura. Goiânia, GO: Associação Goiana de Avicultura, p. 177-186. 2000.

OLIVEIRA, G. E. **Influência da temperatura de armazenamento nas características físico-químicas e nos teores de aminas bioativas em ovos**. 2006. 79f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

OLSON, J. A. Carotenoids and human health. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 49, n. 1, supl. 1, p. 7-11, 1999.

ORDÓNEZ, J. A. Ovos e produtos derivados. In: Tecnologia de alimentos. **Alimentos de origem animal**. Porto Alegre: Artmed, 2005. p. 269-279.

ORNELLAS, L. H. **Técnica dietética: seleção e preparo de alimentos**. 7. ed. São Paulo: Editora Metha, 2001. 330 p.

OVERFIELD, N. D. Egg quality assessment techniques at laboratory and field level. In: **Egg and egg products quality**. 1995. 429 p.

PAN, E. A. et al. Desempenho de poedeiras semi pesadas arraçoadas com a suplementação de Selênio orgânico. **Revista Brasileira de Agrociência**. Pelotas, v. 16, n. 1-4, p. 83-89, 2010.

PASCOAL, L. A. F. et al. Qualidade de ovos comercializados em diferentes estabelecimentos na cidade de Imperatriz- MA. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**. v. 9, n. 1, p. 150-157, 2008.

PATON, N. D. et al. Effect of dietary selenium source and length of storage on internal quality and shell strength of eggs. **Poultry Science** v. 79, p. 75. 2000.

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

POKORNY, J.; YANISHLIEVA, N.; GORDON, M. **Antioxidants in food: Practical applications**. CRC Press, Boca Raton, 2001.

RAHARJO, S.; SOFOS, J. N.; SCHMIDT, G. R. Improved speed, specificity, and limit of determination of an aqueous acid extraction thiobarbituric acid-C18 method for measuring lipid peroxidation in beef. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 40, p. 2182-2185, 1992.

RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, v. 29, n. 4, p. 755-760, 2006.

RAMOS, B. F. S. **Gema de ovo composição em aminas biogénicas e influência da gema na fração volátil de creme de pasteleiro**. 2008.111p. Dissertação (Mestrado em Controle de qualidade) – Faculdade de farmácia, Universidade do Porto, Porto, 2008.

ROCHA, M. A. Biotecnologia na nutrição de cães e gatos, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 42-48, 2008.

ROCHA, R. S. J. **Efeito da Cantaxantina dietética para matrizes pesadas com idade avançada e do período de armazenamento dos ovos sobre a fertilidade, rendimento de incubação, nutrientes da gema e desenvolvimento embrionário**. 80p. (Doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

RODRIGUES, K. R. M. **Aspectos da qualidade sanitária na cadeia produtiva de ovos in natura em Campinas e cidades vizinhas**. Campinas, SP, 1998, 133p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1998.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**. 3.ed. Viçosa, MG, p. 125, 2011.

ROSA, A. P. et al. Carophyll Red<sup>®</sup> e HyD<sup>®</sup> no desempenho produtivo e características de ovos de matrizes de corte. In: Conferência **Apinco De Ciência E Tecnologia Avícolas: Prêmio Lamas**, Porto Alegre. Anais, Porto Alegre: FACTA, 2009. 1 CD-ROM.

ROSE, S. P. **Principles of Poultry Science**. New York: CAB international, 1997. 135 p.

RUTZ, F. et al. Meeting selenium demands of moderns poultry: responses to Sel-Plex<sup>TM</sup> organic selenium in broiler and breeder diets. In: LYONS, T. P.; JACQUES, K. A. Nutritional biotechnology in the feed and food industries. 19th Alltech's Annual symposium. **Proceedings...** Nottingham, UK: Nottingham University Press, 2003, p. 147-161.

RUTZ, F. et al. Impacto da utilização de minerais orgânicos sobre o metabolismo e desempenho das aves. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS. 2005. Santos. **Anais...** Campinas: FACTA, p. 257-268, 2005.

SAAD, M. B. **Efeito da suplementação de Selênio orgânico na resposta imunológica de frangos de corte.** Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal do Paraná. 54p. 2009.

SAS Institute, SAS User's Guide: Statistics. Version 9.4 Review Edition. SAS Institute Intitute, Cary, NC, 2011.

SARCINELLI, M. F.; VENTURINI, K. S.; SILVA, L. C. Características dos ovos. Universidade Federal do Espírito Santo - UFES. **Boletim Técnico** - PIE-UFES: 00707, 2007.

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

SCHEIDELER, S. E.; FRONING, G. W. The combined influence of dietary flaxseed variety, level, form, and storage conditions on egg production and composition among vitamin E supplemented hens. **Poultry Science**. v. 75, p. 1221-1226, 1996.

SCHEIDELER, S. E.; WEBER, P.; MONSALVE, D. Supplemental vitamin E and selenium effects on egg production, egg quality, and egg deposition of  $\alpha$ -tocopherol and selenium. **Poultry Science**, v. 19, p. 354-360, 2010.

SCHER, A. et al. **Efeitos da adição de HyD e Carophyll Red à dieta de matrizes de corte sobre a incubação artificial.** In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2009.

SCHONER, F. J.; HOPPE, P. P.; WIESCHE, H. Feeding trials on laying hens with a newly developed carotenoid. **Muhle Mischfuttertechnik**, v. 127, p. 487-489, 1990.

SCOTT, T. A.; SILVERSIDES, F. G. The effect of storage and strain of hen on egg quality. **Poultry Science**, v. 79, n. 12, p. 1725-1729, 2000.

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

SEIBEL, N. F. Transformações bioquímicas durante o processamento do ovo. In: SOUZA SOARES, L. A.; SIEWERDT, F. **Aves e ovos.** Pelotas: UFPEL, 2005, p. 77-90.

SILVA, F. A. M.; BORGES, M. F. M.; FERREIRA, M. A. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. **Química Nova**, v. 22, n. 1, p. 94-103, 1999.

SILVA, M. L. C et al. Compostos fenólicos, carotenoides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 669-682, 2010.

SILVERSIDES, F. G.; TWIZEYIMANA, F.; VILLENEUVE, P. Research note: a study relating to the validity of the Haugh unit correction for egg weight in fresh eggs. **Poultry Science**, v. 72, p. 760-764, 1993.

SILVERSIDES, F. G.; SCOTT, T. A. Effect of storage and layer age on quality of eggs from two lines of hens. **Poultry Science**, v. 80, p. 1240-1245, 2001.

SINGH, R. P.; PANDA, B. Comparative study on some quality attributes of quail and chicken eggs during storage. **Indian Journal of Animal Sciences**, v. 60, n. 1, p. 114- 117, 1990.

SKRIVAN, M. et al. Effect of dietary sodium selenite, Se-enriched yeast and Se-enriched Chlorella on egg Se concentration, physical parameters of eggs and laying hens production. Czech J. **Animal Science**, v. 51, p. 163-167, 2006.

SOLOMOM, S. E. Egg and eggshell quality. London: **Wolfe Publishing Ltd**, 1991. 149 p.

SOUZA, H. B. A.; SOUZA, P. A. Efeito da temperatura de estocagem sobre a qualidade interna de ovos de codorna armazenados durante 21 dias. **Revista Alimentos e Nutrição**, v. 6, p. 7- 13, 1995.

SOUZA, R. A. et al. Efeito da utilização de Carophyll Red nos índices reprodutivos de matrizes de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Supl. 10, p. 32, 2008.

SOUZA-SOARES, L. A.; SIEWERDT, F. **Aves e ovos**. Pelotas: Editora da Universidade UFPEL, 2005. 137 p.

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

SURAI, P. F. et al. Effect of supplementing the hen's diet with vitamin A on the accumulation of vitamins A and E, ascorbic acid and carotenoids in the egg yolk and in the embryonic liver. **British Poultry Science**, v. 39, p. 257-263, 1998.

SURAI, P. F. Effect of selenium and vitamin E content of maternal diet on the antioxidant system of the yolk and the developing chick. **British Poultry Science**, v. 41, p. 235-243. 2000.

SURAI, P. F. **Natural antioxidants in avian nutrition and reproduction**. Nottingham: Nottingham University Press, 2002.

SURAI, A. P. et al. Effect of canthaxanthin content of the maternal diet on the antioxidant system of the developing chick. **British Poultry Science**, v. 44, p. 612-619, 2003.

SURAI, P. F. Natural antioxidants in Poultry nutrition: New developments In: **16TH European Symposium on Poultry Nutrition**, p. 669-675, 2006.

THERON, H.; VENTER, P.; LUES, J. F. R. Bacterial growth on chicken eggs in various storage environments. **Food Research International**, v. 36, p. 969-975, 2003.

UBABEF - UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA. [2012]. **Estatísticas Ubabef**. Disponível em:<<http://www.uba.org.br.html>> Acesso em: 19 nov. 2014.

VÉRAS, A. L. et al. Avaliação da qualidade interna de ovos armazenados em dois ambientes em diferentes tempos. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Supl. 5, p. 55, 2000.

VON,SCHANTZ, T. et al. Good genes, oxidative stress and condition-dependent sexual signals. **Proceedings of the Royal Society**, London, v. 266, n. 1414, p. 1-12. 1999.

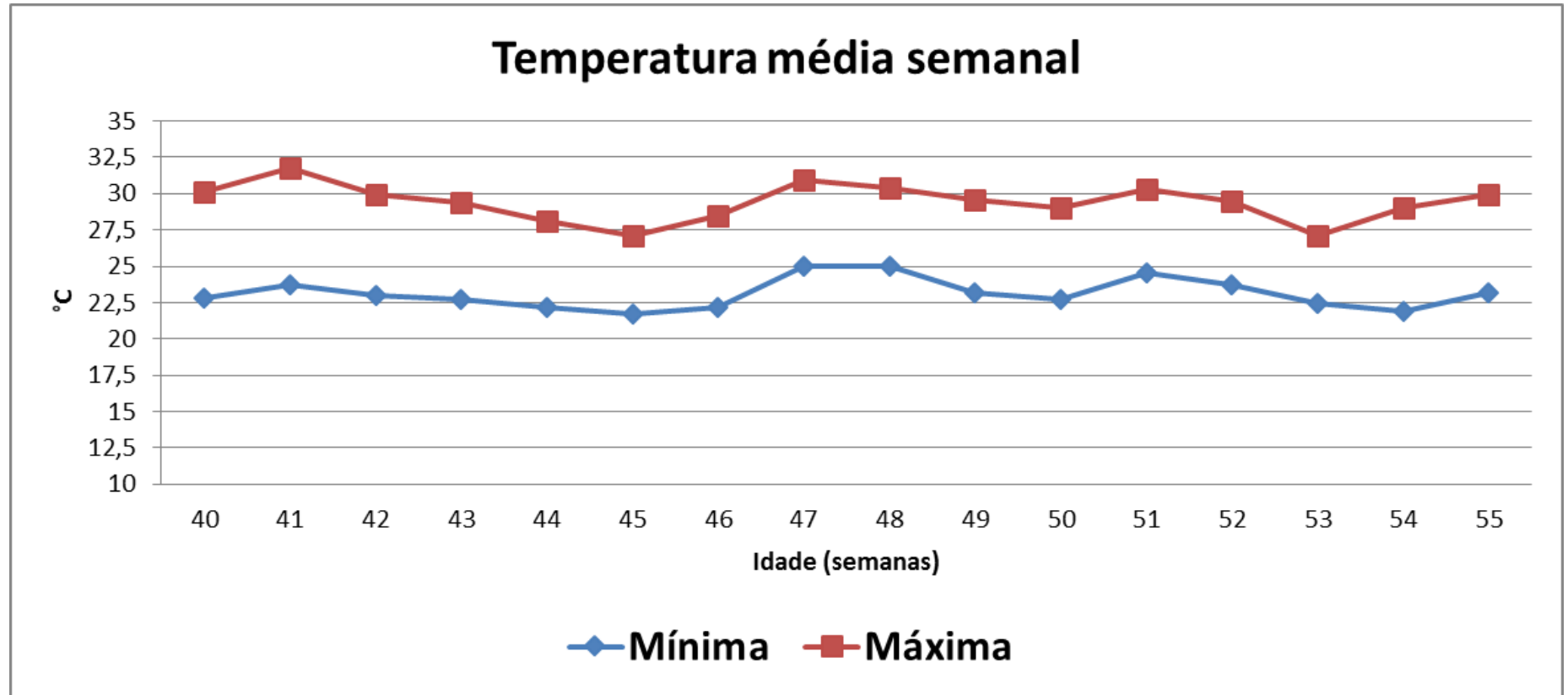
WAKEBE, M. Organic selenium and egg freshness. Patent#10- 23864. **Feed for meat chickens and feed for laying hens**. Japanese Patent Office, Application Heisei 8-179629. Published Jan. 27, 1998.

WILLIAMS, A. W.; BOILEAU, T. W. M.; ERDMAN, J. W. Jr. Factors influencing the uptake and absorption of carotenoids. **Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine**. p. 106-108, 1998.

ZIAEI, N.; KOR, N. M.; POUR, E. E. The effects of different levels of vitamin-E and organic selenium on performance and immune response of laying hens. **African Journal of Biotechnology**, Iran, v. 12, p. 3884-3890. 2013.



**ANEXOS**

**ANEXO A – TEMPERATURA MÍNIMA E MÁXIMA MEDIDAS DURANTE O PERÍODO EXPERIMENTAL TOTAL.**

**ANEXO B – VISTA INTERNA DO GALPÃO EXPERIMENTAL**

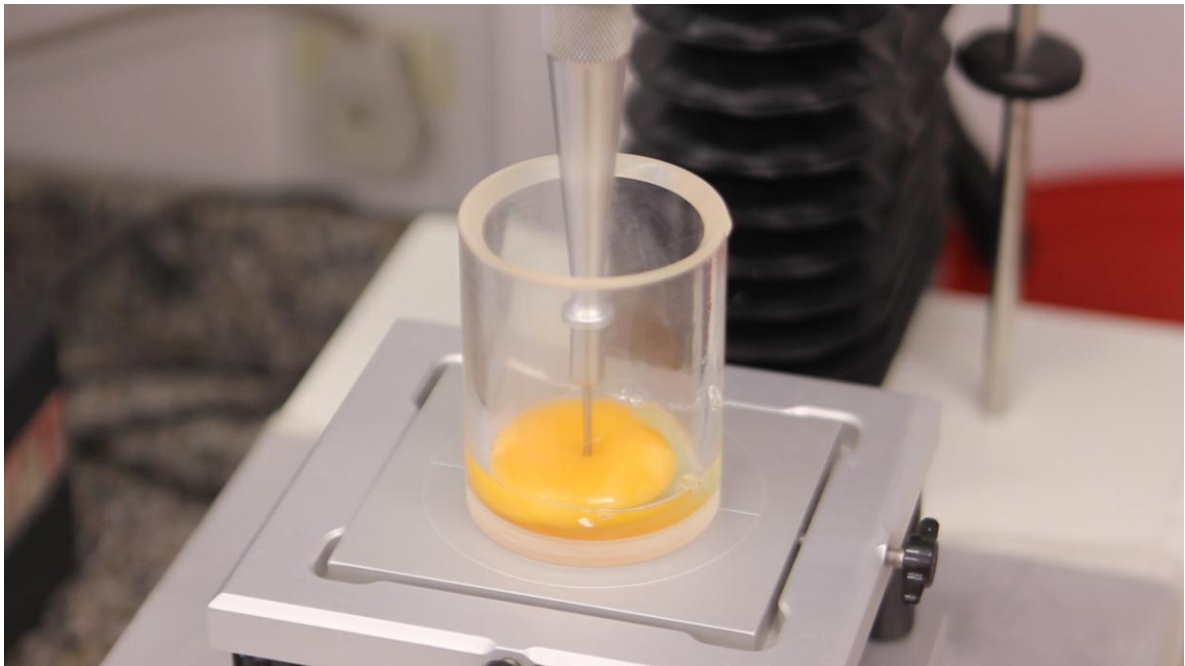


**ANEXO C – PESAGEM DAS AVES**



**ANEXO D – SALA DE ESTOCAGEM DOS OVOS**

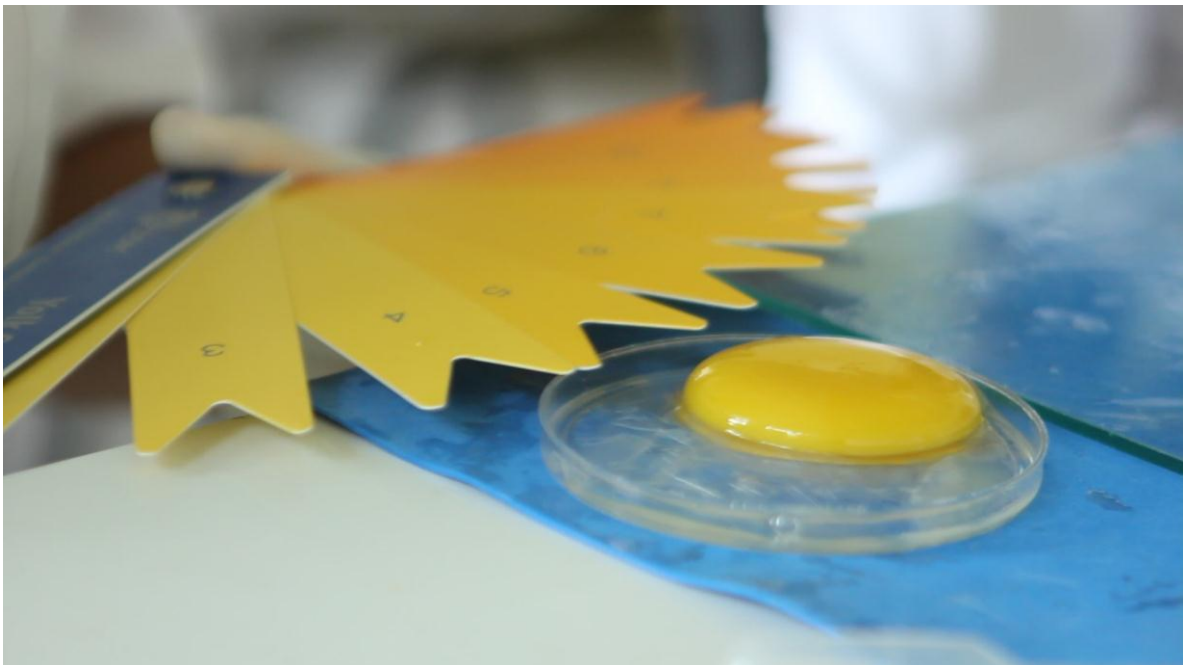


**ANEXO E – DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA DA MEMBRANA VITELINA****ANEXO F – DETERMINAÇÃO DA ALTURA DA GEMA**

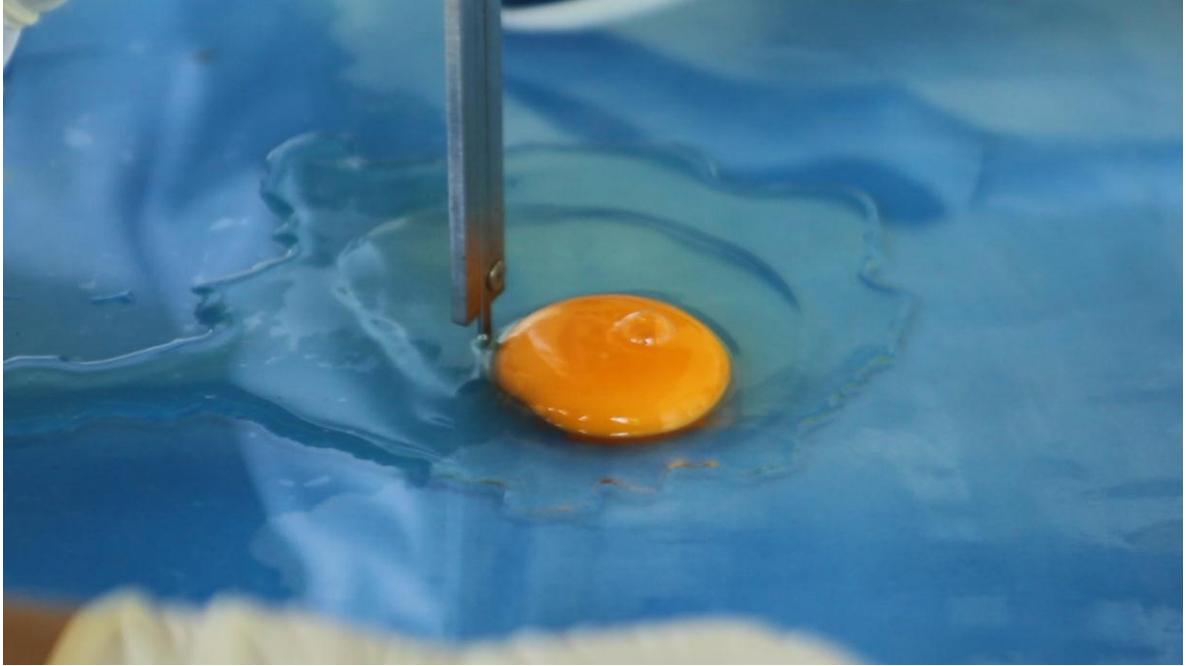
### ANEXO G – DETERMINAÇÃO DO DIÂMETRO DA GEMA



### ANEXO H – DETERMINAÇÃO DA COLORAÇÃO DE GEMA COM O LEQUE COLORIMÉTRICO YOLK COLOR FAN (DSM).



## ANEXO I – DETERMINAÇÃO DA ALTURA DE ALBÚMEN DENSO



## ANEXO J – DETERMINAÇÃO DO PH DE ALBÚMEN



## ANEXO K – DETERMINAÇÃO DA ESPESSURA DE CASCA



## ANEXO L – DETERMINAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS QUE REAGEM AO ÁCIDO TIOBARBITÚRICO (TBARS)



## ANEXO M – CERTIFICADO DE APROVAÇÃO DO COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS



Comissão de Ética no Uso de Animais

da

Universidade Federal de Santa Maria

### CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto intitulado "Utilização Cantaxantina, Selênio e Vitamina E na produção e qualidade de ovos de poedeiras comerciais", protocolado sob o CEUA nº 1440200715, sob a responsabilidade de **Alexandre Pires Rosa e equipe; Mariane De Oliveira Fernandes; Adrian Silva Ertmann; Alexandre Bonadiman Mariani; Ana Carolina Teixeira. Silveira. Cougo; Angélica Londero; Catiane Orso; Daniele Pozzebon Da Rosa; Janaina Santos De Moura; Karine Patrin Pontin; Marcelo Gottardo; Sandro Jose Paixao** - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei 11.794, de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899, de 15 de julho de 2009, com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **aprovado** pela Comissão de Ética no Uso de Animais Universidade Federal de Santa Maria (CEUA/UFSM) em reunião de 10/09/2015.

We certify that the proposal "Addition of Canthaxanthin, Selenium and Vitamin E on production and quality in eggs of laying hens", utilizing 320 Birds (320 females), protocol number CEUA 1440200715, under the responsibility of **Alexandre Pires Rosa and team; Mariane De Oliveira Fernandes; Adrian Silva Ertmann; Alexandre Bonadiman Mariani; Ana Carolina Teixeira. Silveira. Cougo; Angélica Londero; Catiane Orso; Daniele Pozzebon Da Rosa; Janaina Santos De Moura; Karine Patrin Pontin; Marcelo Gottardo; Sandro Jose Paixao** - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes (or teaching) - it's in accordance with Law 11.794, of October 8 2008, Decree 6899, of July 15, 2009, with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **approved** by the Ethic Committee on Animal Use of the Federal University of Santa Maria (CEUA/UFSM) in the meeting of 09/10/2015.

Vigência da Proposta: de 08/2015 a 02/2016

Laboratório: Departamento De Zootecnia

Procedência: Não aplicável

Espécie: Aves

Gênero: Fêmeas

idade: 40 Semanas N: 320

Linhagem: Novogen Brown

Peso: 1840g

Nota: O experimento será realizado no galpão experimental de poedeiras comerciais, localizado no Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria. O objetivo desse estudo será avaliar o efeito antioxidante da vitamina E, cantaxantina e selênio sobre a vida de prateleira, aspectos produtivos e qualidade de ovos de poedeiras comerciais da 40ª a 55ª semana de idade das aves. Na fase experimental serão utilizadas 320 fêmeas da linhagem Novogen Brown distribuídas em 5 tratamentos com 8 repetições de 8 aves cada. Serão utilizadas 40 gaiolas com 4 selas cada, sendo alojadas 2 aves por sela. As exigências nutricionais e de manejo serão baseadas segundo recomendações da linhagem. As aves serão submetidas a 5 tratamentos: T1- Dieta a basal; T2- Dieta a basal + 6ppm cantaxantina; T3- Dieta basal + 200ppm vitamina E; T4- Dieta basal + 0,4ppm selênio, T5- Dieta basal + 200ppm vitamina E + 6ppm cantaxantina + 0,4ppm selênio. A fase experimental terá duração de 112 dias, a qual será dividida em 4 períodos de 28 dias para avaliar o desempenho das aves. Os parâmetros a serem avaliados no desempenho das poedeiras serão: taxa de postura, peso corporal, consumo alimentar, massa de ovos, conversão alimentar por massa de ovos, gravidade específica, peso do ovo, clara, gema e casca, espessura e resistência da casca, coloração da gema, unidades Haugh; peroxidação lipídica e resistência da membrana vitelina. O delineamento experimental utilizado será o inteiramente casualizado e os dados serão submetidos à análise de variância sendo que as diferenças entre as médias resultantes serão comparadas pelo teste de Tukey (5%). Esses procedimentos estatísticos serão realizados com o auxílio do programa estatístico SAS (2011).

Profa. Dra. Daniela Bitencourt Rosa Leal  
Coordenadora da Comissão de Ética no Uso de Animais  
Universidade Federal de Santa Maria

Santa Maria, 18 de janeiro de 2016

Avenida Roraima, 1000, Reitoria, 2º andar - CEP 97105-900 Santa Maria, RS - tel: 55 (55) 3220-9362 / fax: 55 (55) 3220-8009

Horário de atendimento: das 8:30 às 11:30 e 14:00 às 16:30hs: e-mail: ceua.ufsm@gmail.com

CEUA Nº 1440200715