



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

**ESTABILIDADE OXIDATIVA DE OVOS E DESEMPENHO DE CODORNAS
EUROPEIAS (*Coturnix coturnix coturnix*) SUPLEMENTADAS COM VITAMINA C E
ÓLEOS DE SOJA E DE GIRASSOL**

CÁSSIA GABRIELLE DE QUEIROZ RORIZ

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS ANIMAIS

BRASÍLIA/DF
ABRIL DE 2014



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

**ESTABILIDADE OXIDATIVA DE OVOS E DESEMPENHO DE CODORNAS
EUROPEIAS (*Coturnix coturnix coturnix*) SUPLEMENTADAS COM VITAMINA C E
ÓLEOS DE SOJA E DE GIRASSOL**

CÁSSIA GABRIELLE DE QUEIROZ RORIZ

ORIENTADOR: LUCI SAYORI MURATA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS ANIMAIS

PUBLICAÇÃO: 106/2014

BRASÍLIA/DF
ABRIL DE 2014

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA E CATALOGAÇÃO

RORIZ, C. G. Q. **Estabilidade oxidativa de ovos e desempenho de codornas europeias (*Coturnix coturnix coturnix*) suplementadas com vitamina C e óleos de soja e de girassol.** Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2014, 77p. Dissertação de Mestrado.

Documento formal, autorizando reprodução desta Dissertação de mestrado para empréstimo ou comercialização, exclusivamente para fins acadêmicos, foi passado pelo autor à Universidade de Brasília e acha-se arquivado na Secretaria do programa. O autor e sua orientadora reservam para si os outros direitos autorais, de publicação. Nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor ou da sua orientadora. Citações são estimuladas, desde que citada à fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

RORIZ, Cássia Gabrielle de Queiroz. **Estabilidade oxidativa de ovos e desempenho de codornas europeias (*Coturnix coturnix coturnix*) suplementadas com vitamina C e óleos de soja e de girassol.** Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2014, 77 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Animais) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, 2014.

1. Ácido Ascórbico 2. Malonaldeído 3. Óleo Vegetal 4. Ovos de Codorna

I. Murata, L.S. II. Dra°.

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E VETERINÁRIA**

**ESTABILIDADE OXIDATIVA DE OVOS E DESEMPENHO DE CODORNAS
EUROPEIAS (*Coturnix coturnix coturnix*) SUPLEMENTADAS COM VITAMINA C E
ÓLEOS DE SOJA E DE GIRASSOL**

CÁSSIA GABRIELLE DE QUEIROZ RORIZ

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA
AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
CIÊNCIAS ANIMAIS, COMO PARTE DOS
REQUISITOS PARA OBTENÇÃO DE GRAU
DE MESTRE EM CIÊNCIAS ANIMAIS.**

APROVADA POR:

LUCI SAYORI MURATA, Dra. (UnB)
(Orientadora)

LUIS ANTONIO BORGIO, Dr. (UnB)
(EXAMINADOR)

SIMARA MÁRCIA MARCATO, Dra. (UEM)
(EXAMINADOR)

BRASÍLIA/DF, 14 DE ABRIL DE 2014

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus, pela força e determinação para vencer os obstáculos.

Aos meus pais, familiares e amigos, pelo amor e incentivo.

À professora e orientadora, Luci Murata, pelos ensinamentos e amizade.

AGRADECIMENTOS

Meus sinceros agradecimentos

Primeiramente a Deus, que sempre guiou e iluminou os meus passos, me ajudando a superar todas as barreiras; e a Nossa Senhora, que me cobriu com seu manto nessa longa caminhada de estudos.

Aos meus familiares, principalmente meus pais, Nara Rúbia e Arnaldo Acácio, que investiram na minha educação, e sempre me apoiaram e incentivaram em todos os momentos.

Às minha amigas, pela amizade, companheirismo e apoio em todos os momentos da minha vida acadêmica.

À minha orientadora, Prof.^a Dra. Luci Sayori Murata, pela orientação competente e pelo exemplo de profissionalismo e dedicação. Agradeço também à amizade, confiança, atenção, respeito e ao incentivo para minha formação acadêmica e profissional.

Aos colegas e amigos da pós-graduação em Ciências animais, em especial o Frederico Lopes da Silva e o Carlos Augusto, pela amizade, dedicação e imensa ajuda, que foi fundamental para realização deste trabalho.

Aos amigos e colaboradores do LABEM, LABSUI e FAL, Luanna Sampaio, Fabiana Nishimoto, Kamila Queiroga, Ana Carolina Lacerda, Yasmin Guimarães, Maria Eduarda, Yonara Garcia, Luiza Ross, Felicia Viana, Tatiana Barbosa, Carolina Boechat, Leonardo Ribeiro, Isabela Fontana, José Henrique Pereira e Tiago Braga, pela convivência muito

agradável, pela amizade e carinho. Quero agradecer a todos que colaboraram de forma prestativa e contribuíram para que este trabalho fosse efetivado com sucesso.

Aos professores Luiz Antônio Borgo, Aline Mondini Calil Racanicci, Jader Galba Busato e Maria Lucrecia Gerosa Ramos por disponibilizar os laboratórios e equipamentos possibilitando a realização das análises experimentais.

Aos professores da pós-graduação em Ciências animais, dedicados e atenciosos profissionais, que não medem esforços para ensinar e compartilhar os conhecimentos.

Ao professor João Batista Lopes da UFPI, pela realização das análises estatística e colaboração com a interpretação dos dados.

Aos funcionários dos laboratórios, Márcio Antônio Mendonça, Glauber Rafael Castro, Catarina Lima e todos que sempre foram muito prestativos ajudando nas análises e proporcionando momentos descontraídos. Jamais vou me esquecer dos momentos de risos, e mesmo quando “Inês era morta” e “Morreu fofão” nós sempre encontrávamos as soluções para os problemas.

Aos funcionários da Fazenda Água Limpa, que colaboraram de diferentes maneiras para que o experimento fosse realizado.

À Fazenda Água Limpa e à Universidade de Brasília, pela infraestrutura para realização do experimento e análises.

À Granja Coração de Leão, por doar as codornas experimentais e emprestar o local e equipamentos para o processamento dos ovos. Quero agradecer também aos funcionários que ajudaram em todas as atividades realizadas na granja.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, bem como para o meu aperfeiçoamento acadêmico e profissional.

ÍNDICE

RESUMO	IX
ABSTRACT	XI
LISTA DE TABELAS.....	XIII
LISTA DE FIGURAS	XV
CAPÍTULO 1	1
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS.....	3
3. REVISÃO DE LITERATURA	4
3.1 Codornas Europeias	4
3.2 Composição e Qualidade do ovo.....	5
3.3 Lipídios e Ácidos Graxos.....	7
3.4 Metabolismo dos Ácidos Graxos nas Aves.....	9
3.5 Óleo de Soja	11
3.6 Óleo de Girassol.....	12
3.7 Oxidação Lipídica.....	14
3.8 Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS).....	15
3.9 Vitamina C (ácido ascórbico)	16
CAPÍTULO 2	18
1. RESUMO	18
2. ABSTRACT	20
3. INTRODUÇÃO	22
4. MATERIAL E MÉTODOS	24
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
6. CONCLUSÃO	51
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52

RESUMO

ESTABILIDADE OXIDATIVA DE OVOS E DESEMPENHO DE CODORNAS EUROPEIAS (*Coturnix coturnix coturnix*) SUPLEMENTADAS COM VITAMINA C E ÓLEOS DE SOJA E DE GIRASSOL

ALUNA: Cássia Gabrielle de Queiroz Roriz¹

ORIENTADORA: Dra. Luci Sayori Murata²

1Universidade de Brasília – UnB

2Universidade de Brasília – UnB

O objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho e a qualidade dos ovos de codornas europeias alimentadas com rações contendo óleos de soja ou de girassol e com diferentes níveis de vitamina C. O período experimental foi de 70 dias, divididos em cinco ciclos de 14 dias. A temperatura mínima e máxima média foi de 24° C e 20° C, respectivamente. Foram utilizadas 240 codornas com 115 dias de idade, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x4, com duas fontes de óleo (soja e girassol) e quatro níveis de vitamina C (0, 100, 200 e 400 ppm). Ao final de cada ciclo foram coletados dados de consumo de ração (g/ave/d), produção de ovos (%), conversão alimentar (CA) e os ovos foram coletados para análises dos pesos de ovo, casca, albúmen e gema (g), espessura da casca (mm) e porcentagem de gema, albúmen e casca. Para as análises de oxidação lipídica das gemas frescas, os ovos foram coletados durante quatro dias consecutivos e armazenados a 10° C por 42 dias. Outros ovos foram coletados por três dias consecutivos para análises de oxidação lipídica das gemas de ovos cozidos. Tais ovos foram cozidos e armazenados em uma solução conservante a 4° C por 28 dias. As análises de oxidação lipídica da gema do ovo

fresco foram realizadas com 0, 14, 28 e 42 dias de armazenamento e da gema de ovo cozido com 0, 7, 14, 21 e 28 dias de armazenamento. Os valores das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) foram expressas em mg de malonaldeído (MDA) por grama de amostra. Todos os dados foram analisados através do SAS usando o PROC GLM. Observou-se que o óleo de girassol apresentou efeito significativo ($P < 0,05$) no consumo de ração e CA, sendo melhor do que o óleo de soja. No entanto, estes óleos não afetaram ($P > 0,05$) os dados de produção e qualidade do ovo. Não foram identificadas diferenças ($P > 0,05$) em nenhuma das variáveis estudadas em dietas suplementadas com diferentes níveis de vitamina C, sugere-se que os resultados obtidos sejam devido à temperatura dentro da zona de conforto térmico para as codornas. A interação ($P < 0,05$) entre vitamina C e óleo de girassol apresentou melhores resultados para a CA, produção de ovos, % de gema e % de albúmen. Não houve diferenças ($P > 0,05$) entre os tratamentos com adição de vitamina C e as fontes de óleo para a oxidação lipídica das gemas frescas durante os períodos analisados. No entanto, as gemas processadas apresentaram menor oxidação quando foi usado o óleo de girassol. As gemas de ovos frescos apresentaram menores ($P < 0,05$) valores de TBARS do que as gemas de ovos processados durante 0, 14 e 28 dias de armazenamento. Sugere-se que o óleo de girassol pode melhorar características importantes do desempenho de codornas europeias. Os dados de oxidação lipídica indicam que a gema de ovo fresco tem melhor estabilidade oxidativa em relação à gema de ovo processado.

Palavras-chave: ácido ascórbico, malonaldeído, óleo vegetal, ovos de codorna, produção de ovos.

ABSTRACT

OXIDATIVE STABILITY OF EGGS AND PERFORMANCE OF EUROPEAN QUAILS (*Coturnix coturnix coturnix*) SUPPLEMENTED WITH VITAMIN C AND SOYBEAN AND SUNFLOWER OILS

GRADUATE STUDENT: Cássia Gabrielle de Queiroz Roriz¹

TUTOR: PhD. Luci Sayori Murata²

1Universidade de Brasília – UnB

2Universidade de Brasília – UnB

The aim of this study was to evaluate the performance and egg quality of European quail fed diets containing soybean or sunflower oils and with different levels of vitamin C. The experimental period was of 70 days (d), divided into five cycles of 14 days each. The average maximum and minimum temperatures was 24° C and 20° C, respectively. Two hundred and forty quails averaging 115 days of age were distributed in a completely randomized design in a 2x4 factorial arrangement with two oil sources (soybean and sunflower) and four levels of vitamin C (0, 100, 200 and 400 ppm). At the end of each cycle data was collected from feed intake (g/hen/d), egg production (%), feed conversion (FC), and the eggs were collected for analyzes of the weights of egg, shell, albumen and yolk (g), eggshell thickness (mm) and percentage of yolk, albumen and shell. For the analysis of lipid oxidation of fresh egg yolks, eggs were collected during four consecutive days and stored at 10° C for 42 days. Other eggs were collected during three consecutive days for analysis of lipid oxidation of baked egg yolks. These eggs were boiled and stored in a preservative solution at 4° C for 28 days. The

analysis of the lipid oxidation of fresh egg yolk were made with 0, 14, 28 and 42 days of storage, boiled egg yolk with 0, 7, 14, 21 and 28 days of storage. The thiobarbituric acid reactive substances values (TBARS) were determined by the formed malonaldehyde (MDA) per gram of sample. This data was analyzed through the SAS using the PROC GLM. It was found that the sunflower oil had a significant effect ($P < .05$) in feed consumption and FC, which was better than the soybean oil. However, these oils did not affect ($P > 0.05$) data from production and egg quality. No significant differences ($P > 0.05$) were identified in any of the studied variables when diets were supplemented with different levels of vitamin C, it is suggested that the results obtained are due to the temperature within the thermal comfort zone for quail. The interaction ($P < 0.05$) between vitamin C and sunflower oil showed better results for the FC, egg production, % yolk and % albumen. There were no significant differences ($P > 0.05$) between treatments with added vitamin C and sources oil to lipid oxidation of fresh yolks during the periods analyzed. However, the yolks processed showed less oxidation when sunflower oil was used. The yolks of fresh eggs showed lower ($P < 0.05$) TBARS values than the yolks processed for 0, 14 and 28 days of storage. It is suggested that sunflower oil can improve important performance characteristics of European quail. The data for lipid oxidation indicate that fresh egg yolk has better oxidative stability compared to egg yolk processed.

Keywords: ascorbic acid, malonaldehyde, vegetable oil, quail eggs, egg production.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 - Composição centesimal de 100g de ovo de codorna e 100 g de ovo de galinha inteiro e cru.....	6
Tabela 1.2 - Comparação do perfil de ácidos graxos do óleo de soja e de girassol em g/100g de óleo.....	14
Tabela 2.1 – Médias das temperaturas máximas e mínimas durante os cinco ciclos do experimento.....	25
Tabela 2.2 - Composição centesimal e calculada das dietas experimentais contendo diferentes níveis de vitamina C e dois tipos de óleos vegetais para codornas europeias.....	27
Tabela 2.3 - Valores médios do consumo de ração ave/dia (g), conversão alimentar por kg de massa de ovos (kg ração/kg massa)* e conversão alimentar por dúzia (kg ração/dz)** durante os cinco ciclos.....	33
Tabela 2.4 - Interação entre os níveis de vitamina C (0, 100, 200 e 400 ppm) e os óleos de soja e girassol em relação a conversão alimentar em kg de ração/kg de massa de ovo.....	35
Tabela 2.5 - Média da porcentagem de ovos produzidos por ave/dia, produção total de ovos (kg/ciclo) e massa de ovos (kg) durante os cinco ciclos.....	36
Tabela 2.6 - Interação entre os níveis de vitamina C (0, 100, 200 e 400 ppm) e os óleos de soja e girassol para produção média de ovos (%/ave/dia) durante o período experimental.....	37
Tabela 2.7 - Interação entre os níveis de vitamina C (0, 100, 200 e 400 ppm) e os óleos de soja e girassol em relação a produção total de ovos (kg) durante os ciclos de 14 dias.....	38
Tabela 2.8 - Peso médio do ovo (g), da gema (g), do albúmen (g) e da casca (g), média da espessura da casca (mm) e porcentagem de gema, albúmen e casca, durante os cinco ciclos do experimento, para codornas europeias alimentadas com diferentes níveis de vitamina C (0, 100, 200, 400 mg) e óleos de soja e de girassol (3%).....	40
Tabela 2.9 - Interação entre os níveis de vitamina C (0, 100, 200 e 400 mg/kg de ração ou ppm) e os óleos de soja e de girassol em relação a porcentagem de gema dos ovos.....	42
Tabela 2.10 - Interação entre os níveis de vitamina C (0, 100, 200 e 400 mg/kg de ração ou ppm) e os óleos de soja e de girassol em relação a porcentagem de albúmen dos ovos.....	43
Tabela 2.11 - Médias da oxidação lipídica (valores de TBARS) nos tempos 0, 14, 28 e 42 dias de armazenamento, expressa em mg MDA/kg de gema de ovo fresco refrigerado a 10° C.....	44
Tabela 2.12 - Comparação dos valores de TBARS, expressas em mg MDA/kg de gema, para os níveis de vitamina C (0, 100, 200 e 400 ppm), óleos de soja e de girassol e os tempos de armazenamento dos ovos frescos (0, 14, 28, e 42 dias).....	45

Tabela 2.13 - Médias da oxidação lipídica (valores de TBARS) nos tempos 0, 7, 14, 21 e 28 dias após o cozimento e armazenamento, expressa em mg MDA/ kg de gema de ovo cozido. 46

Tabela 2.14 - Comparação dos valores de TBARS, expressas em mg MDA/kg de gema, para os níveis de vitamina C (0, 100, 200 e 400 ppm), óleos de soja e de girassol e os tempos de armazenamento dos ovos cozidos (0, 7, 14, 21 e 28 dias). 48

Tabela 2.15 - Comparação das médias de TBARS, expressas em mg MDA/kg de gema, dos ovos frescos e cozidos para os diferentes níveis de vitamina C e os óleos de soja e de girassol nos tempos 0, 14 e 28 dias de armazenamento. 49

LISTA DE FIGURAS

- Figura 2.1 a.** Gaiola convencional para codornas de postura. **b.** Sala experimental do Laboratório de Ensaio Metabólicos da Universidade de Brasília. 25
- Figura 2.2 a.** Detalhe do misturador em “Y” utilizado para preparar as dietas. **b.** Baldes com as dietas separadas por tratamento e repetição. 26
- Figura 2.3 a.** Corte da casca do ovo com a tesoura. **b.** Pesagem das cascas secas. **c.** Detalhe do paquímetro digital MITUTOYO® medindo a espessura da casca. 28
- Figura 2.4 a.** Cozimento dos ovos. **b.** Máquina para descascar ovos de codorna. **c.** Adição da solução conservante. **d.** Armazenamento em câmara fria. 29
- Figura 2.5 a.** Pesagem do “pool” de gema de dois ovos para análise de oxidação lipídica. **b.** Homogeneizando a amostra no Turrax. **c.** Detalhe das amostras no banho-maria. **d.** Amostras nas cubetas para determinação do TBARS em espectrofotômetro. 30

CAPÍTULO 1

1. INTRODUÇÃO

A criação de codornas (coturnicultura) é um ramo da avicultura que tem crescido consideravelmente nas últimas décadas. Isso se deve ao aumento do consumo de ovos e carne de codorna, ao baixo investimento de capital, à utilização de pequenas áreas físicas, ao baixo custo de mão de obra e instalação, e ao rápido retorno financeiro (Souza-Soares & Siewerdt, 2005). Além disso, essas aves, em geral, possuem rápido crescimento, precocidade na produção, maturidade sexual (35 dias a 42 dias), alta produtividade (média de 300 ovos/ano) e e a persistência em elevada produção de ovos (14 meses a 18 meses) (Pinto et al., 2002; Barreto et al., 2007).

Embora a criação da codorna europeia (*Coturnix coturnix coturnix*) seja destinada a produção de carne, algumas granjas utilizam as fêmeas para produção de ovos e os machos para produção de carne, sendo que os ovos desta são maiores e de maior peso em relação aos das codornas japonesas (Oliveira, 2001).

Os ovos de codorna são alimentos nutritivos, constituindo boa alternativa para o fornecimento de nutrientes para o organismo humano, pois são fontes de proteína, ferro, manganês, cálcio, cobre, fósforo, e vitaminas A, B₁ e B₂, C, D, E, H, fator PP, ácido pantotênico e piridoxina (Souza-Soares & Siewerdt, 2005).

Com o aumento do consumo de ovos de codornas, também cresceu o interesse dos consumidores por ovos de melhor qualidade e enriquecidos com ácidos graxos poli-insaturados, atribuindo-se a estes um papel importante na diminuição do risco de doenças cardiovasculares (Brandão et al., 2005).

Segundo Costa et al. (2006) o mercado de ovos enriquecidos cresce mundialmente devido à possibilidade de oferecer benefícios para manter e/ou melhorar a saúde dos consumidores. Os ovos enriquecidos com ácidos graxos poli-insaturados podem trazer benefícios ao sistema cardiovascular como, ajudar a prevenir o desenvolvimento do colesterol ruim do sangue (LDL) e melhorar o funcionamento do sistema circulatório (Simopoulos, 2000).

O enriquecimento das dietas de aves poedeiras com suplementos de origem marinha e óleos vegetais, ricos em ácido graxos poli-insaturados (PUFA - *polyunsaturated fatty acid*), pode melhorar a qualidade dos ácidos graxos presentes nos ovos, pois o perfil lipídico da gema pode ser modificado pela dieta das aves (Souza-Soares & Siewerdt, 2005). Vários estudos foram realizados sobre o enriquecimento de ovos de galinhas poedeiras, porém são poucos os trabalhos com ovos de codornas europeias (*Cotunix coturnix coturnix*).

A utilização de óleos e gorduras na dieta de aves, além de possibilitar o enriquecimento dos ovos, favorece um incremento da energia das rações, melhora a absorção de vitaminas lipossolúveis, diminui a pulverulência das rações, melhora a palatabilidade e aumenta a eficiência do consumo energético (menor incremento calórico) (Baião & Lara, 2005).

Algumas fontes de ácidos graxos que podem ser usadas na alimentação de poedeiras são óleo de soja, óleo de girassol, óleo de linhaça e óleo de peixe como fonte de ácidos graxos monoinsaturados (MUFA - *Monounsaturated fatty acid*) e PUFA, e sebo bovino, como fonte de energia, rico em gordura saturada (Baucells et al., 2000).

A adição de óleo de soja à dieta de poedeiras pode aumentar a porcentagem de postura (Shafey et al., 1992; Rodrigues et al., 2005). Por outro lado, a inclusão de óleo de girassol na dieta de aves pode aumentar o peso dos ovos (Güçlü et al., 2008) e elevar o nível de ácido araquidônico e ácido linoleico nas gemas dos ovos (Baucells et al., 2000).

A gema do ovo possui grande quantidade de ácidos graxos insaturados, principalmente quando as gemas são enriquecidas com PUFA, tornando assim o ovo sensível à deterioração oxidativa, a qual é responsável pela formação de peróxidos e sabores desagradáveis, alterações do paladar, textura e cor, a perda de nutrientes, e a produção de compostos tóxicos (Wąsowicz et al., 2004). Para estabilizar a oxidação lipídica dos alimentos de origem animal, antioxidantes como a vitamina C são adicionados às rações ou diretamente aos alimentos (Parcker et al., 1979).

As aves são capazes de sintetizar a vitamina C nos rins, e as codornas são capazes de transferi-la para o ovo, uma vez que a gema do ovo de codorna é rica em vitamina C, a qual é inexistente no ovo de galinha (Moura et al., 2002; Fabichak, 2005). A vitamina C desempenha papel antioxidante na regeneração da vitamina E, além de ser necessária para a síntese de pró-colágeno e também pode estar envolvida na síntese de proteínas do ovo (Franchini et al., 2002).

2. OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho foi estudar os efeitos da inclusão de diferentes níveis de vitamina C em dietas contendo óleo de soja e de girassol para codornas europeias (*Coturnix coturnix coturnix*) sobre o desempenho produtivo e qualidade dos ovos, assim como a oxidação lipídica das gemas dos ovos frescos e cozidos em diferentes períodos de armazenagem.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Codornas Europeias

As codornas são de origem norte Africana, Europeia e Asiática, e pertencem à família *Fasianidae* e à sub-família dos *Perdicionidae*, sendo da mesma família das galinhas e perdizes (Pinto et al., 2002).

No Brasil, a codorna foi introduzida na década de 50, e apesar da semelhança com as codornas selvagens, aqui existentes, não pertencem à mesma família (Pinto et al., 2002). Geograficamente, as codornas criadas comercialmente têm duas origens: asiática (*Coturnix coturnix japonica*), conhecidas como japonesas, de porte pequeno e alta produção de ovos; e europeia (*Coturnix coturnix coturnix*) que são aves de porte maior, destinadas à produção de carne (Silva & Costa, 2009).

A codorna é uma ave rústica que se adapta a regiões de climas frios e quentes. Entretanto, a faixa ideal de temperatura varia entre 21° C e 25° C (Souza-Soares & Siewerdt, 2005). A codorna europeia (*Coturnix coturnix coturnix*), se comparada à codorna japonesa (*Coturnix coturnix japonica*), tem maior peso vivo (250g a 300g), coloração marrom mais viva, peso e tamanho dos ovos um pouco maior (13g) e temperamento calmo (Oliveira, 2001). Além disso, as codornas europeias apresentam crescimento precoce em relação às japonesas em todas as idades, e ambas apresentam o pico máximo de taxa de crescimento aos 27 dias (Silva et al., 2012).

A criação de codornas conhecida por coturnicultura tem apresentado um crescimento acentuado nos últimos anos no Brasil; segundo o IBGE (2010), o efetivo de

codornas cresceu 13,1% em 2010 relativamente a 2009, contabilizando mais de doze milhões de aves em 2010. A produção de ovos de codorna aumentou 20,8% em 2010 comparado ao ano anterior, foram produzidas mais de 232 milhões de dúzias e o preço médio apresentou aumento de 15% (IBGE, 2010).

Segundo Moura et al. (2010) a criação de codornas para postura é responsável pela geração de emprego e renda em todos os níveis de sua cadeia produtiva; além disso, o ovo é uma fonte de proteína animal de alto valor biológico. Os produtores e as empresas têm investido na modernização de instalações, qualificação da mão-de-obra, melhoramento genético das linhagens e em formulações de rações mais adequadas ao potencial produtivo da espécie (Moura et al., 2008).

O maior interesse na produção de ovos de codornas se dá pelo baixo custo de implantação e criação destes animais, e por apresentarem crescimento rápido, precocidade sexual e alta taxa de postura, gerando rápido retorno financeiro (Pinto et al., 2002; Móri et al., 2005).

Segundo Panda & Singh (1990), o ovo de codorna apresenta teor médio de 74,6% de umidade, 13,1% de proteína, 1,1% de minerais e 11,2% de lipídeos. Em 100g de ovo encontram-se, aproximadamente, 59mg de cálcio, 220mg de fósforo, 3,8mg de ferro, 300UI de vitamina A.

3.2 Composição e Qualidade do ovo

O ovo é um dos alimentos mais completos para a alimentação humana, pois é rico em vitaminas, minerais, ácidos graxos e proteínas, as quais reúnem vários aminoácidos essenciais de alto valor biológico. Além disso, o ovo é considerado uma fonte proteica de baixo custo e fácil aquisição, podendo contribuir para a melhoria da dieta de famílias de baixa renda (Oliveira, 2008).

O ovo de codorna possui forma oval-arredondada, com cerca de 3cm de comprimento e 2,5 de largura (Thompson et al., 1981). A casca apresenta 0,183 mm de espessura e o peso do ovo varia de 9g a 13g, dependendo da idade e da espécie de codorna (Albino & Barreto, 2003). Segundo os mesmos autores, geralmente o ovo de codorna

representa 6% do peso corporal, enquanto o de galinha corresponde a 3%, sendo a codorna mais eficiente na produção de ovos.

De acordo com Móri et al. (2005), os ovos das codornas europeias do grupo genético oriundo da granja Coração de Leão, localizada em Brasília/DF, apresentam 13,18g de peso médio, 29,97% de gema, 61,97% de albúmen e 8,06% de casca. Diferente dos ovos de codornas europeias, os ovos das codornas japonesas possuem 31% a 37% de gema, 53,5% a 59,5% de albúmen e 9% a 10% de casca (Genchev, 2012).

O ovo é constituído por água, proteínas, carboidratos, lipídios, minerais e vitaminas (Souza-Soares & Siewerdt, 2005; TACO, 2011), As proteínas estão presentes no albúmen e na gema, já os lipídios estão quase que exclusivamente na gema (Ahn et al., 1997). A Tabela 1.1 apresenta a comparação dos valores de umidade, energia, proteína, lipídios, carboidratos e cinzas em 100g de ovo de codorna e 100g de ovo de galinha.

Tabela 1.1 - Composição centesimal de 100g de ovo de codorna e 100 g de ovo de galinha inteiro e cru.

	Umidade (g)	Energia (kcal)	Proteína (g)	Lipídios (g)	Carboidrato (g)	Cinzas (g)
Ovo de codorna	71,7	177	13,7	12,7	0,8	1,2
Ovo de galinha	75,6	143	13,0	8,9	1,6	0,8

Fonte: adaptado de TACO (2011)

A casca do ovo funciona como uma embalagem natural do conteúdo do ovo e protege o embrião, portanto, deve ser suficientemente forte para resistir os impactos da postura, coleta, classificação e transporte até chegar ao consumidor final (Pelícia et al., 2007).

A casca é constituída por uma armação de substâncias orgânicas e minerais, além de possuir poros para trocas gasosas que permitem trocas de CO₂ e umidade (Oliveira, 2008). A parte mineral é composta por 94% de carbonato de cálcio, 1% de carbonato de magnésio, 1% de fosfato de cálcio, 4% de proteínas, matéria orgânica e pigmentos (Stadelman & Cotterill, 1995).

A clara (albúmen) do ovo é dividida em quatro camadas, que são denominadas, de dentro para fora em clara fina, clara densa, clara fina interna e calazífera, sendo que a porcentagem total de clara encontrada em cada camada depende da espécie, idade da ave e idade do ovo (Stadelman & Cotterill, 1995).

Após a postura, à medida que o ovo envelhece, a clara densa torna-se líquida, como consequência das reações químicas que ocorrem. Nessa situação, também há perda de peso do ovo e o movimento de líquido do albúmen para a gema (Oliveira, 2008).

A gema é a grande reserva de elementos nutritivos do ovo, sendo a principal fonte de alimentos para o embrião (Baptista, 2002). É composta por água, lipídios, proteínas e outros microcomponentes, incluindo vitaminas e minerais (Souza-Soares & Siewerdt, 2005). A composição química típica da gema inclui lipídios (60%), fosfolipídios (35%) e colesterol (5%) (Baungartner, 1994). A maioria dos lipídios está sob a forma de lipoproteínas, que costumam formar complexos com cálcio e ferro (Souza-Soares & Siewerdt, 2005).

3.3 Lipídios e Ácidos Graxos

O termo lipídio é derivado do grego “lipos”, que significa gordura, e consiste em um grupo de compostos quimicamente diversos que possuem a característica comum de serem insolúveis em água e extraídos das células e tecidos por solventes apolares, como clorofórmio e éter (Curi et al., 2002; Nelson & Cox, 2011). Essas substâncias desempenham diferentes papéis nos organismos vivos, como, por exemplo, óleos e gorduras, que são a principal reserva de energia, fosfolipídios e esteróis (Curi et al., 2002). Outros lipídios, embora presentes em quantidades relativamente pequenas, podem ser cofatores enzimáticos, transportadores de elétrons, pigmentos, agentes emulsificantes, hormônios e mensageiros intracelulares (Nelson & Cox, 2011).

Os lipídios são classificados, de acordo com a natureza química, em dois grupos: um formado por compostos de cadeia aberta, que inclui os ácidos graxos, triacilgliceróis, esfingolipídeos, fosfoacilgliceróis e glicolipídeos, e outro grupo que consiste em compostos de cadeias cíclicas, como o colesterol (Campbell & Farrell, 2007).

Segundo Nelson & Cox (2011), os ácidos graxos (AGs) são ácidos carboxílicos com cadeias hidrocarbonadas contendo de 4 a 36 átomos de carbono. A ocorrência mais comum em organismos vivos apresenta um número par de átomos de carbono, e a cadeia de hidrocarbonetos não tem ramificação (Campbell & Farrell, 2007; Nelson & Cox, 2011).

Os AGs são classificados em saturados, se houver apenas ligações simples, ou insaturados, quando ocorrer ligações duplas entre os carbonos na cadeia (Curi et al., 2002). Os

MUFAs apresentam uma ligação dupla, que ocorre geralmente entre o carbono 9 e 10; os PUFAs possuem duas ou mais ligações duplas (Curi et al., 2002; Campbell & Farrell, 2007; Nelson & Cox, 2011).

Os ácidos graxos insaturados são divididos em Palmitoleico, Oleico, Linoleico ($\omega 6$), Linolênico ($\omega 3$) e Araquidônico. Os AGs das famílias $\omega 3$ e $\omega 6$ são considerados ácidos graxos essenciais, pois são necessários para o bom funcionamento do organismo humano, mas não são sintetizados pelo mesmo, devendo ser obtidos por meio da dieta (Curi et al., 2002; Martin et al., 2006). O ômega 3 está presente principalmente nos óleos de peixe, como, por exemplo, bacalhau, salmão, sardinha e linguado. Já o ômega 6 é mais comum nos óleos vegetais, como de sementes de uva, milho, soja e girassol (Martin et al., 2006; Vidrih et al., 2009).

De acordo com Campbell & Farrell (2007), os ácidos graxos insaturados possuem pontos de fusão mais baixos que os saturados, por isso os óleos vegetais, ricos em ácidos graxos insaturados, são líquidos à temperatura ambiente e as gorduras animais, que possuem maior quantidade de ácidos graxos saturados, são sólidas.

Os óleos vegetais, por serem importantes fontes de ácidos graxos insaturados, devem ser fornecidos via ração para permitir uma adequada nutrição e produção dos animais (Dolz, 1996). A partir de 1980, as rações avícolas brasileiras passaram a usar de forma mais frequente gorduras suplementares, para aumentar o seu valor energético e, conseqüentemente, o desempenho das aves (Santos et al., 2009).

A utilização de óleos e gorduras na dieta de aves aumenta a energia das dietas, diminui a pulverulência das rações, melhora a palatabilidade e reduz a velocidade de passagem do alimento pelo trato digestivo, permitindo uma melhor absorção de todos os nutrientes presentes na dieta (Baião & Lara, 2005; Lara et al., 2005).

A composição em ácidos graxos da gema do ovo, especialmente a composição em ácidos graxos poli-insaturados, é claramente afetada pela alimentação das poedeiras (Meluzzi et al., 2000). Existem muitas variações nos resultados de pesquisas, no que se refere aos efeitos da adição de óleos e gorduras na dieta de poedeiras, sobre a composição da gema e características do ovo (Oliveira, 2008).

Essas diferenças nos resultados podem ser observadas nos trabalhos de Costa et al. (2008) e Al-Daraji et al. (2011). Costa et al. (2008) observaram que os níveis crescentes de óleo de soja e de canola em dietas de poedeiras semipesadas não alteraram o consumo de ração, os pesos dos ovos, do albúmen, da gema e da casca e as porcentagens de albúmen, de

gema e de casca. No entanto, em estudos posteriores com codornas japonesas alimentadas com outras fontes de óleo, 3% de óleo de peixe e de milho, Al-Daraji et al. (2011) observaram um aumento significativo no peso do ovo, da gema e do albúmen, e na espessura de casca.

3.4 Metabolismo dos Ácidos Graxos nas Aves

Os lipídios possuem funções biológicas diversas, e podem ser classificados em lipídios de reserva ou armazenamento (triacilgliceróis e ácidos graxos), lipídios estruturais de membranas (fosfolipídios e esteróis) e lipídeos que atuam como sinalizadores, cofatores e pigmentos (prostaglandinas, eicosanoides, hormônios esteroides, vitaminas e carotenos) (Nelson & Cox, 2011).

Segundo Furlan & Macari (2002) a digestão dos ácidos graxos começa com a ação enzimática e mecânica no estômago das aves, quebrando a gordura em pequenas partículas de lipídios e transformando-a em uma fina emulsão. Os sais biliares são responsáveis pela emulsificação da gordura, e a lipase pancreática é a principal enzima responsável pela hidrólise dos triacilgliceróis da dieta, levando à formação de monoacilgliceróis, diacilgliceróis, ácidos graxos livres e moléculas de colesterol (Leningher et al., 2002). Esses produtos da hidrólise combinam-se com ácidos biliares e fosfolipídeos para formar micelas, estruturas solúveis em fase aquosa no lúmen intestinal, que permitem a absorção de lipídios pelas membranas das células mucosas do intestino por difusão passiva (Nelson & Cox, 2011).

Após a absorção na mucosa intestinal, os ácidos graxos são reesterificados para formar triacilgliceróis e se combinam com colesterol e apoproteínas para formar os quilomícrons e lipoproteínas (Cunningham, 2004). As lipoproteínas podem ser definidas como unidades funcionais de transporte dos lipídios no plasma sanguíneo, já que estes são insolúveis e necessitam de conjugação para serem transportados (Quintão, 1992).

De acordo com a Sociedade Brasileira de Cardiologia - SBC (2013), existem quatro grandes classes de lipoproteínas separadas em dois grupos: 1 - os quilomícrons (maiores e menos densos, ricos em triglicérides e de origem intestinal) e as lipoproteínas de densidade muito baixa ou *very low density lipoprotein* (VLDL) (de origem hepática); 2 -

lipoproteínas de densidade baixa ou *low density lipoprotein* (LDL) (ricas em colesterol) e lipoproteínas de densidade alta ou *high density lipoprotein* (HDL).

Walzem (1996) propôs o termo "VLDLy" para descrever uma classe específica de VLDL, uma lipoproteína de pequeno diâmetro (metade do tamanho da VLDL normal), rica em triacilglicerol e com propriedades estruturais e bioquímicas para deposição na gema do ovo.

As VLDLy são mais importantes para as aves, principalmente durante o período de postura, pois são elas que transportam a gordura do fígado para os tecidos extra-hepáticos, como por exemplo, para o ovário, onde serão usados para a síntese da gema do ovo (Baião & Lara, 2005). Por outro lado, os triglicerídeos, que não são utilizados no fígado nem incorporados na gema, são utilizados em outros tecidos como coração e músculo ou são armazenados no tecido adiposo (Escribano, 1991).

De acordo com Souza (2007), os lipídios da gema, assim como as proteínas, são sintetizados no fígado da ave pela influência dos hormônios estrógeno e progesterona, e são levados pelo sangue até os folículos ovarianos. Segundo o mesmo autor, os lipídios da gema se apresentam na forma de lipoproteínas, carregadas ao oocisto em desenvolvimento e, quando quebrada, pode originar fosfovítina, lipovitelina e vitelogenina, uma proteína sintetizada no fígado que se complexa com fosfolipídios e colesterol.

Existe uma grande semelhança entre a gordura ingerida pela ave através da dieta e a gordura corporal depositada, pois não ocorre nenhuma alteração na composição dos ácidos graxos durante os processos de absorção e transporte (Baião & Lara, 2005). A composição final da gordura corporal é o resultado do equilíbrio entre a gordura absorvida da dieta, a síntese de gordura endógena a partir de glicose (lipogênese) e o catabolismo de gordura via β -oxidação (lipólise) (Sanz et al., 2000). Segundo Baião & Lara (2005), a presença de gordura na dieta inibe a síntese de gordura a partir de carboidratos. Portanto, a inclusão na dieta de fontes ricas em ácidos graxos poli-insaturados pode modificar a composição de lipídios da gema, promovendo o enriquecimento dos ovos (Cedro et al., 2011).

Nas últimas décadas, o enriquecimento de ovos com PUFA, principalmente os ω 3, têm provocado interesse de pesquisadores e das indústrias de alimentos por serem ácidos graxos essenciais para o desenvolvimento e crescimento normal do organismo humano e possuir um papel importante na prevenção e tratamento de doenças cardiovasculares, hipertensão, diabetes, artrite, problemas inflamatórios e auto-imunes e câncer (Simopoulos, 2000).

3.5 Óleo de Soja

A soja cultivada comercialmente hoje (*Glycine max* (L) Merrill) é uma planta herbácea, incluída na classe Dicotyledoneae, ordem Fabales, família Leguminosae e gênero *Glycine* L (Souza & Lorenzi, 2008). É originária da costa leste da Ásia, ao longo do Rio Amarelo, na China, onde é cultivada há mais de cinco mil anos (EMBRAPA, 2004a). A soja é a oleaginosa mais produzida no mundo, devido às suas características agronômicas favoráveis, a sua proteína de alta qualidade, seu óleo comestível, e por ser muito utilizada na alimentação humana e animal (Gunstone, 2005).

Segundo o United States Department of Agriculture – USDA (Departamento de Agricultura dos Estados Unidos) (2013) a safra mundial de soja estimada para 2013/14 poderá chegar a 283,5 milhões de toneladas, e os Estados Unidos continuará sendo o maior produtor, seguido pelo Brasil, Argentina e China.

O óleo de soja ocupa o segundo lugar na produção e consumo mundial de óleos vegetais, perdendo apenas para o óleo de palma (USDA, 2013). Segundo previsões da Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais – Abiove (2013), a produção brasileira de óleo de soja na safra 2013/2014 deve atingir 7 milhões de toneladas, volume acima dos 6,8 milhões de toneladas produzidas no período anterior, e o óleo de soja continua sendo o mais produzido pelo país, que consome 5,8 milhões de toneladas/ano.

De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (2006), o óleo de soja é óleo refinado obtido dos grãos da espécie *Glycine max* (L), por meio de processos tecnológicos adequados. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA (1999) classifica o de óleo de soja de acordo com o processo de extração em: Óleo de soja (óleo obtido pelos processos de extração e refino); Óleo de soja semi-refinado (óleo obtido pelos processos de extração e neutralização); Óleo de soja degomado (óleo obtido pelos processos de extração e degomagem); Óleo de soja bruto (óleo obtido pelo processo de extração), sendo que os óleos classificados em semi-refinado, degomado e bruto devem ser submetidos ao processo de refino para o consumo humano.

O processo de obtenção do óleo de soja divide-se em duas etapas principais, que consistem na produção de óleo bruto, tendo como resíduo o farelo, e no refino do óleo bruto produzido. Para produção do óleo bruto, os grãos de soja passam pelas etapas de armazenamento, preparação dos grãos e extração do óleo bruto por processo de prensagem

mecânica e extração com solventes orgânicos. Após a extração, o óleo bruto é refinado com finalidade transformá-lo em óleo comestível, melhorando a aparência, odor e sabor (EMBRAPA, 2001).

O óleo de soja é constituído majoritariamente por triglicerídeos e outros vários componentes menores que podem ser recuperados durante o processo de refino. Esses incluem os fosfolipídios como lecitina e esteróis mistos, que servem como matéria-prima para a produção de produtos farmacêuticos valiosos, além dos tocoferóis (vitamina E) (Gunstone, 2005; Hammond et al., 2005). Os principais ácidos graxos presentes no óleo de soja são os ácidos linoleico (53%), oleico (23%), palmítico (11%), linolênico (7%) e esteárico (4%) (Gunstone, 2005; Güçlü, et al., 2008).

Estudos comprovam que as quantidades de ácidos graxos presentes na gema dos ovos podem ser modificadas de acordo com as fontes de lipídios oferecidas nas dietas das aves (Van Elswyk, 1997). Segundo Oliveira et al. (2011), o perfil de ácidos graxos das gemas dos ovos produzidos por poedeiras Dekalb alimentadas com rações contendo óleo de soja apresentaram, na sua composição, grande quantidade de ácidos graxos poli-insaturados (PUFA) $\omega 6$ e $\omega 3$ (23,55%; 2,30% respectivamente), enquanto as gemas dos ovos de poedeiras que receberam sebo bovino apresentaram maiores porcentagens de ácidos graxos monoinsaturados (47,53%).

3.6 Óleo de Girassol

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma dicotiledônea anual da ordem *Asterales* e família *Asteraceae* de crescimento rápido, caule retilíneo, sublenhoso e pouco ramificado no ápice, mais resistente à seca, ao frio e ao calor que a maioria das espécies cultivadas no Brasil (Leite et al., 2005). Nativa da América do Norte, o girassol é cultivado em todos os continentes, pois suas sementes possuem de 35% a 50% de óleo de alta qualidade, usado para o consumo humano (Instituto Agrônômico do Paraná - IAPAR, 2008).

A produção mundial de grãos de girassol, para a safra 2013/14, segundo o USDA (2013), deverá ser da ordem de 40,3 milhões de toneladas, aumento de 10,8% se

comparada com a safra passada, sendo a Ucrânia o maior produtor de grãos de girassol, seguida da Rússia e Argentina.

No Brasil, de acordo com o “Levantamento de Safra 2012/13”, realizado pela Companhia Nacional de Abastecimento - Conab (2013), o Mato Grosso é o estado que mais produz grãos de girassol, com 81,2 mil toneladas, seguido de Minas Gerais (16,1 mil toneladas) e Goiás (5,1 mil toneladas).c

Quanto à produção mundial de óleo de girassol, a safra 2013/14 deverá ser de 14,9 milhões de toneladas, aumento de 6,6%, se comparada com a safra 2012/2013. A Ucrânia é o maior produtor mundial (4,2 mil toneladas), em segundo lugar a Rússia (3,2 mil toneladas) e em terceiro os Estados Unidos (2,8 mil toneladas) (USDA, 2013).

Segundo a ANVISA (1999), óleo de girassol é o óleo comestível obtido de semente de *Helianthus annuus* L. (girassol) através de processos tecnológicos adequados, e é classificado em óleo de girassol (óleo obtido pelos processos de extração e refino), óleo de girassol semi-refinado (óleo obtido pelos processos de extração e neutralização), óleo de girassol bruto (óleo obtido pelo processo de extração) e óleo de girassol virgem (óleo obtido por processo de prensagem a frio e não tenha sido submetido a outro tratamento que não a lavagem, decantação, centrifugação e filtração). Os óleos classificados em semi-refinado e bruto devem ser submetidos ao processo de refino para o consumo humano.

Para a extração do óleo de girassol, dois processos são classicamente empregados: o processo industrial, que envolve, além da prensagem, a utilização de hexano como solvente e caracteriza-se pela elevada eficiência, cujo subproduto é o farelo de girassol; e o processo mecânico, o qual é menos eficiente, e tem a torta de girassol como um dos produtos resultantes dessa extração (Coordenadoria de Assistência Técnica Integral - CATI, 2001).

O óleo de girassol é caracterizado por apresentar uma elevada concentração de ácido linoleico (60% a 70%) e ácido oleico (20% a 30%); já os ácidos gordos saturados (principalmente ácido palmítico e ácido esteárico), constituem menos do que 15% do teor de ácidos graxos totais (EMBRAPA, 2004b; Grompone, 2005). A Tabela 1.2 apresenta a comparação do perfil de ácidos graxos do óleo de soja e de girassol.

Tabela 1.2 - Comparação do perfil de ácidos graxos do óleo de soja e de girassol em g/100g de óleo.

Ácidos Graxos	Óleo de soja	Óleo de girassol
	(g ácidos graxo/100g de óleo)	(g ácidos graxo/100g de óleo)
16:0 (palmítico)	7,0 – 14,0	3,0 – 10,0
18:0 (esteárico)	1,4 – 5,5	1,0 – 10,0
18:1 (oleico)	19,0 – 30,0	14,0 – 35,0
18:2 (linoleico)	44,0 – 62,0	55,0 – 75,0
18:3 (linolênico)	4,0 – 11,0	< 0,3
Saturados	15,2	10,8
Monoinsaturado	23,3	25,4
Poli-insaturado	60,0	62,6

Fonte: Adaptado de ANVISA (1999) e TACO (2011).

Segundo Midilli et al. (2009) a suplementação com óleo de girassol sozinho e com a combinação de semente de papoula e óleo de girassol em dietas de codornas japonesas provocou a redução de ácidos graxos saturados e aumentou os ácidos graxos insaturados na gema do ovo.

3.7 Oxidação Lipídica

A degradação de lipídios pode ser acarretada por oxidação, hidrólise, absorção de sabores e odores estranhos, polimerização e pirólise, sendo a oxidação a principal causa de deterioração de vários produtos biológicos, pois altera a qualidade sensorial (sabor, aroma, textura e cor), o valor nutricional, a funcionalidade e toxidez (Araújo, 1995).

Segundo Ramalho & Jorge (2006), os lipídios são constituídos por uma mistura de triacilgliceróis, diacilgliceróis, monoacilgliceróis, ácidos graxos livres, fosfolipídios, esteróis e outras substâncias. E a maioria destes constituintes é oxidável em diferentes graus, sendo que os ácidos graxos insaturados são as estruturas mais susceptíveis ao processo de oxidação.

A oxidação lipídica ocorre via de três mecanismos distintos: oxidação mediada por radicais livres, oxidação não enzimática independente de radicais livres e oxidação

enzimática (Yoshida et al., 2013). Segundo os mesmos autores, os ácidos graxos poli-insaturados (PUFAs) e o colesterol são oxidados por ação enzimática e não enzimática.

As reações de oxidação são contínuas e ocorrem em cadeia, sendo causadas principalmente pelo oxigênio atmosférico. Essas reações ocorrem quando elétrons são removidos de um átomo ou grupo de átomos, e para cada reação de oxidação há uma reação de redução, que consiste na adição de elétrons a um átomo ou grupo de átomos (Araújo, 1995).

As alterações causadas pela oxidação lipídica são um importante problema a ser resolvido a fim de se obter um prolongamento da vida útil de óleos, gorduras e alimentos gordurosos (Ramalho & Jorge, 2006). A inclusão desses ingredientes ricos em lipídios na dieta das aves resulta na incorporação desses ácidos graxos na gema do ovo, aumentando a insaturação da gema e proporcionando elevação no potencial oxidativo desse produto (Pita et al., 2004). Assim, as condições de estocagem, o aquecimento, o processamento do ovo e a sua exposição à luz podem resultar em danos oxidativos (Halliwell et al., 1995).

Neste contexto, torna-se interessante a incorporação de elementos que possuam a função antioxidante na dieta de aves que contenham ácidos graxos polinsaturados (Roll et al., 2011).

3.8 Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS)

As principais metodologias utilizadas para a avaliação da peroxidação lipídica em sistemas biológicos medem a formação de produtos gerados durante as diferentes fases desse processo. Portanto, a escolha do método dependerá do propósito do pesquisador, ou seja, da fase do processo de peroxidação lipídica que se pretenda avaliar (Lima & Abdalla, 2001).

Uma das técnicas mais utilizadas para detectar a oxidação de lipídios é o teste de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) ou Índice de TBA (ácido tiobarbitúrico), o qual é expresso em termos de miligramas de malonaldeído por quilo de amostra (Araújo, 1995). O malonaldeído (MDA) é um dialdeído de três carbonos, formado como um produto secundário da decomposição dos hidroperóxidos de ácidos graxos poli-insaturados durante a oxidação (Angelo, 1992).

Segundo Araújo (1995), o MDA não é o único produto resultante da oxidação dos lipídios que reage com o TBA; portanto, a terminologia “substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico” deve ser usada em substituição ao índice de TBA.

O teste de TBARS é altamente empírico e foi sugerido primeiramente por Patton, Keeney e Kurtz, em 1951, para leites e produtos lácteos (Cecchi, 1999). Tal teste fundamenta-se na formação de um complexo de coloração vermelha, resultante da condensação de dois moles de ácido tiobarbitúrico com um mol de malonaldeído, sendo o produto dessa reação medido por espectrofotometria em comprimento de onda de 532 nm (Araújo, 1995).

A quantificação de malonaldeído é feita a partir de curvas de calibração construídas com concentrações conhecidas de MDA. Os padrões mais utilizados são 1,1,3,3-tetrametoxipropano (TMP) e 1,1,3,3-tetraetoxipropano (TEP), que sofrem hidrólise devido às condições ácidas do teste, resultando na liberação do malonaldeído (Osawa et al., 2005).

Testes como o TBARS fornecem informações importantes e essenciais sobre o estado oxidativo e a predição a rancidez do alimento, uma vez que estes são os principais parâmetros de deterioração em produtos alimentícios, definindo a vida útil destes produtos na medida em que gera substâncias indesejáveis do ponto de vista sensorial, além de destruir vitaminas lipossolúveis e ácidos graxos essenciais (Gray, 1978; Cecchi, 1999).

3.9 Vitamina C (ácido ascórbico)

O termo vitamina C refere-se aos compostos que exibem atividade de L-ácido ascórbico e ocorre em duas formas: ácido ascórbico (reduzida) e ácido deidroascórbico (oxidada) (Teixeira & Abreu, 2011). A vitamina C é um antioxidante hidrossolúvel, em virtude de seu alto poder redutor, o qual remove os radicais superóxido, hidroxila e oxigênio antes que atinjam os lipídeos celulares e iniciem a peroxidação, além de preservar os níveis de vitamina E e β -caroteno, antioxidantes endógenos na LDL, durante o estresse oxidativo (Araújo et al., 2010).

Além disso, a vitamina C é um cofator de enzimas envolvidas na biossíntese de colágeno, carnitina, neurotransmissores e reparação de tecidos, e desempenha papel significativo no metabolismo de tirosina, dos carboidratos, do ferro, na conversão de ácido

fólico em ácido folínico, na síntese de lipídeos e proteínas, na resistência às infecções e na respiração celular (National Academy Press, 2000).

De acordo com Ames (2001), o ácido ascórbico reduz substâncias reativas ao oxigênio (ROS) e substâncias reativas ao nitrogênio (RNS) em leucócitos ativados, pulmão e mucosa gástrica. No trato respiratório, pode reagir rapidamente com poluentes do ar, além de eliminar diretamente ROS/RNS, ela regenera o α -tocoferol (vitamina E) e, portanto, participa do mecanismo protetor contra lipoperoxidação.

Embora as aves apresentem síntese renal de vitamina C, essa síntese pode não ser suficiente para atender as necessidades das aves quando expostas ao estresse excessivo provocado pelo calor (Silva & Costa, 2009). Segundo Rutz (2002), em condições de estresse calórico as aves podem apresentar uma maior exigência metabólica de vitamina C em relação ao que sintetizam, apresentando prejuízo no desempenho e aumento na taxa de mortalidade.

A imposição de estresse em aves provoca uma grande variedade de respostas fisiológicas, como alterações nas concentrações de hormonas, glicose, electrólitos, enzimas, de leucócitos e a função dos órgãos de circulação, além das reações comportamentais, como o medo induzido pela captura e pela prisão em gaiolas (Whitehead & Keller, 2003). Segundo os mesmos autores, experimentos confirmaram os efeitos de uma fonte nutricional de vitamina C na redução dos sinais metabólicos de estresse e alívio das consequências fisiológicas no desempenho, capacidade imunológica e comportamento das aves.

A absorção da vitamina C ocorre no intestino delgado, sendo para isto necessária a presença de sódio na luz intestinal (Sant Anna et al., 2013). A vitamina C é absorvida pelas aves de maneira semelhante à absorção de carboidratos, sendo que a absorção intestinal ocorre através de transporte ativo secundário (Rutz, 2002). Segundo o mesmo autor, quando as quantidades de vitamina C ingeridas são pequenas, ela é prontamente absorvida, porém, a absorção é limitada quando são ingeridas quantidades excessivas.

Em estudo anterior, a suplementação de 2000ppm ou 3000 ppm de vitamina C em dietas de galinhas aumentou em até 5 % o peso dos ovos e melhorou a gravidade específica do ovo (Orban et al., 1993). Tais autores sugerem que doses elevadas de ácido ascórbico na dieta influenciam no metabolismo do cálcio, que afetam a mineralização dos ossos e da casca do ovo.

CAPÍTULO 2

1. RESUMO

EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DIETÉTICA COM VITAMINA C E ÓLEOS DE SOJA E GIRASSOL PARA CODORNAS EUROPEIAS (*COTUNIX COTURNIX COTURNIX*) NO DESEMPENHO E QUALIDADE DO OVO

O experimento foi realizado no Laboratório de Ensaio Metabólicos (LabEM), na Fazenda Água Limpa (FAL) da Universidade de Brasília (UnB), em Brasília – DF. Foram utilizadas 240 codornas com 115 dias de idade, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x4, com duas fontes de óleo (soja e girassol) e quatro níveis de vitamina C (0, 100, 200 e 400 ppm). O período experimental foi de 70 dias, divididos em cinco ciclos de 14 dias, e a temperatura mínima e máxima média foi de 24° C e 20° C, respectivamente. Ao final de cada ciclo foram coletados dados de consumo de ração (g/ave/d), produção de ovos (%), conversão alimentar (CA) e os ovos foram coletados para análises dos pesos de ovo, casca, albúmen e gema (g), espessura da casca (mm) e porcentagem de gema, albúmen e casca. Para as análises de oxidação lipídica das gemas frescas, realizadas com 0, 14, 28 e 42 dias de armazenamento, os ovos foram coletados durante quatro dias consecutivos e armazenados a 10° C por 42 dias. Outros ovos foram coletados por três dias consecutivos para análises de oxidação lipídica das gemas de ovos cozidos, realizadas com 0, 7, 14, 21 e 28 dias de armazenamento. Tais ovos foram cozidos e

armazenados em uma solução conservante a 4° C. Os valores das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) foram expressas em mg de malonaldeído (MDA) por grama de amostra. Todos os dados foram analisados pelo SAS usando o PROG GLM. Observou-se que o óleo de girassol apresentou efeito significativo ($P < 0,05$) no consumo de ração e CA, o qual foi melhor do que o óleo de soja. No entanto, estes óleos não afetaram ($P > 0,05$) os dados de produção e qualidade do ovo. Não foram identificadas diferenças ($P > 0,05$) em nenhuma das variáveis estudadas em dietas suplementadas com diferentes níveis de vitamina C, sugere-se que os resultados obtidos sejam devido à temperatura dentro da zona de conforto térmico para as codornas. A interação ($P < 0,05$) entre vitamina C e óleo de girassol apresentou melhores resultados para a CA, produção de ovos, % de gema e % de albúmen. Não houve diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os tratamentos com adição de vitamina C e as fontes de óleo para a oxidação lipídica das gemas frescas durante os períodos analisados. No entanto, as gemas processadas apresentaram menor oxidação quando foi usado o óleo de girassol. As gemas de ovos frescos apresentaram menores ($P < 0,05$) valores de TBARS do que as gemas de ovos processados durante 0, 14 e 28 dias de armazenamento. Sugere-se que o óleo de girassol pode melhorar características importantes do desempenho de codornas europeias. Os dados de oxidação lipídica indicam que a gema de ovo fresco tem melhor estabilidade oxidativa em relação à gema de ovo processado.

Palavras-chave: ácido ascórbico, ácidos graxos poli-insaturados, malondialdeído, óleo vegetal, ovos de codorna, produção de ovos.

2. ABSTRACT

EFFECT OF DIETARY SUPPLEMENTATION WITH VITAMIN C AND SOYBEAN AND SUNFLOWER OILS FOR EUROPEAN QUAILS (*COTURNIX COTURNIX*) ON QUALITY AND PERFORMANCE OF EGG

The experiment was conducted at the Laboratory of Metabolic Testing (Labem), located at the Fazenda Água Limpa (FAL) at the University of Brasilia (UNB) in Brasilia - DF. Two hundred and forty quails averaging 115 days of age were distributed in a completely randomized design in a 2x4 factorial arrangement with two oil sources (soybean and sunflower) and four levels of vitamin C (0, 100, 200 and 400 ppm). The experimental period was of 70 days (d), divided into five cycles of 14 days each, and the average maximum and minimum temperatures was 24° C and 20° C, respectively. At the end of each cycle data was collected from feed intake (g/hen/d), egg production (%), feed conversion (FC), and the eggs were collected for analyzes of the weights of egg, shell, albumen and yolk (g), eggshell thickness (mm) and percentage of yolk, albumen and shell. For the analysis of lipid oxidation of fresh egg yolks, measured at 0, 14, 28 and 42 days of storage, eggs were collected during four consecutive days and stored at 10° C for 42 days. Other eggs were collected during three consecutive days for analysis of lipid oxidation of baked egg yolks, measured at 0, 7, 14, 21 and 28 days of storage days. These eggs were boiled and stored in a preservative solution at 4 ° C. The thiobarbituric acid reactive substances values (TBARS) were determined by the formed malonaldehyde (MDA) per gram of sample. This data was analyzed through the SAS using the PROC GLM. It was found that the sunflower oil had a significant effect ($P < 0.05$) in feed consumption and FC, which was better than the soybean oil. However, these oils did not affect ($P > 0.05$) data from production and egg quality. No significant differences ($P > 0.05$)

were identified in any of the studied variables when diets were supplemented with different levels of vitamin C, it is suggested that the results obtained are due to the temperature within the thermal comfort zone for quail. The interaction ($P < 0.05$) between vitamin C and sunflower oil showed better results for the FC, egg production, % yolk and % albumen. There were no significant differences ($P > 0.05$) between treatments with added vitamin C and sources oil to lipid oxidation of fresh yolks during the periods analyzed. However, the yolks processed showed less oxidation when sunflower oil was used. The yolks of fresh eggs showed lower ($P < 0.05$) TBARS values than the yolks processed for 0, 14 and 28 days of storage. It is suggested that sunflower oil can improve important performance characteristics of European quail. The data for lipid oxidation indicate that fresh egg yolk has better oxidative stability compared to egg yolk processed.

Keywords: ascorbic acid, polyunsaturated fatty acids, malonaldehyde, vegetable oil, quail eggs, egg production.

3. INTRODUÇÃO

A criação de codornas (coturnicultura) é um ramo da avicultura que tem crescido consideravelmente nas últimas décadas. Isso se deve ao aumento do consumo de ovos e carne de codorna, ao baixo investimento de capital, à utilização de pequenas áreas físicas, ao baixo custo de mão de obra e instalação, e ao rápido retorno financeiro (Souza-Soares & Siewerdt, 2005). As codornas diferenciam-se das demais aves poedeiras, pois iniciam a postura com menos de 40 dias de idade, são mais tolerantes ao calor e a doenças, requerem menor espaço para criação e apresentam alta produtividade (Albino & Barreto, 2003).

Embora a criação da codorna europeia (*Coturnix coturnix coturnix*) seja destinada a produção de carne, algumas granjas utilizam as fêmeas para produção de ovos e os machos para produção de carne (Oliveira, 2001). As codornas europeias (*Coturnix coturnix coturnix*) são maiores que as codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*), apesar de fenotipicamente serem semelhantes, possuem coloração marrom mais viva, têm temperamento nitidamente mais calmo, peso e tamanho dos ovos maiores (Resende et al., 2004).

Os ovos de codorna são alimentos nutritivos, constituindo boa alternativa para o fornecimento de nutrientes para o organismo humano, pois são fontes de proteína, ferro, manganês, cálcio, cobre, fósforo, e vitaminas A, B₁ e B₂, C, D, E, H, fator PP, ácido pantotênico e piridoxina (Souza-Soares & Siewerdt, 2005).

Com o aumento do consumo de ovos de codornas, também cresceu o interesse dos consumidores por ovos de melhor qualidade e enriquecidos com ácidos graxos poli-

insaturados, atribuindo-se a estes um papel importante na diminuição do risco de doenças cardiovasculares (Brandão et al., 2005).

A suplementação das dietas de aves com óleos e gorduras tende a melhorar a qualidade dos ácidos graxos presentes nos ovos, pois o perfil lipídico da gema pode ser modificado pela dieta das aves (Souza-Soares & Siewerdt, 2005). Algumas fontes de ácidos graxos que podem ser usadas na alimentação de poedeiras são óleo de soja, óleo de girassol, óleo de linhaça e óleo de peixe como fonte de ácidos graxos monoinsaturados (MUFA - *Monounsaturated fatty acid*) e poli-insaturados (PUFA - *polyunsaturated fatty acid*), e sebo bovino, como fonte de energia, rico em gordura saturada (Baucells et al., 2000).

A adição de óleo de soja à dieta de poedeiras pode aumentar a porcentagem de postura (Shafey et al., 1992; Rodrigues et al., 2005). Por outro lado, a inclusão de óleo de girassol na dieta de aves pode aumentar o peso dos ovos (Güçlü et al., 2008) e elevar o nível de ácido araquidônico e ácido linoleico nas gemas dos ovos (Baucells et al., 2000).

A gema do ovo possui grande quantidade de ácidos graxos insaturados, principalmente quando as gemas são enriquecidas com PUFAs, tornando assim o ovo sensível à deterioração oxidativa (Wąsowicz et al., 2004). Para estabilizar a oxidação lipídica dos alimentos de origem animal, antioxidantes como a vitamina C são adicionados às rações ou diretamente aos alimentos (Parcker et al., 1979).

As aves são capazes de sintetizar a vitamina C nos rins, e as codornas são capazes de transferi-la para o ovo, uma vez que a gema do ovo de codorna é rica em vitamina C, a qual é inexistente no ovo de galinha (Fabichak, 2005). A vitamina C desempenha papel antioxidante na regeneração da vitamina E, além de ser necessária para a síntese de pró-colágeno e também pode estar envolvida na síntese de proteínas do ovo (Franchini et al., 2002).

Dessa forma, objetivou-se com o presente estudo avaliar os efeitos da inclusão de diferentes níveis de vitamina C e óleos de soja e de girassol em dietas de codornas europeias (*Coturnix coturnix coturnix*) sobre o desempenho produtivo, qualidade dos ovos e oxidação lipídica das gemas.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Ensaios Metabólicos (LabEM), na Fazenda Água Limpa (FAL) da Universidade de Brasília (UnB), latitude 15° 56' S e longitude 47° 56' W, com altitude média de 1080 m, localizada no Núcleo Rural Vargem Bonita, Brasília – DF.

Para o experimento, foram utilizadas 240 codornas europeias (*Coturnix coturnix*) com 115 dias de idade e não debicadas. As aves foram alojadas em baterias recebendo ração e água à vontade, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x4, sendo duas fontes de óleo vegetal (3% de soja ou girassol) e 4 níveis de vitamina C (0, 100, 200 ou 400 ppm), totalizando 8 tratamentos (T0 - 3% óleo de soja + 0 ppm vitamina C; T1 - 3% óleo de soja + 100 ppm vitamina C; T2 - 3% óleo de soja + 200 ppm de vitamina C; T3 - 3% óleo de soja + 400 ppm de vitamina C; T4 - 3% óleo de girassol + 0 ppm de vitamina C; T5 - 3% óleo de girassol + 100 ppm de vitamina C; T6 - 3% óleo de girassol + 200 ppm de vitamina C e T7 - 3% óleo de girassol + 400 ppm de vitamina C) com 6 repetições de 5 codornas cada. O período experimental ocorreu durante o outono, entre os dias 08 de abril e 16 de junho de 2013, com duração de 70 dias divididos, em 5 ciclos de 14 dias.

Durante o período experimental (115 a 185 dias de idade), as aves foram alojadas em duas gaiolas convencionais para codornas de postura divididas em 48 unidades experimentais, sendo que cada unidade tem uma área total de 910 cm² (35x26x18 cm, comprimento x largura x altura, respectivamente), onde foram alojadas cinco aves com densidade populacional de 182 cm² por ave (Figura 2.1a). As gaiolas ficavam dentro de uma sala experimental no galpão de alvenaria e o controle da ventilação era feito através de

cortinas e ventiladores (Figura 2.1b). No período em que a temperatura estava mais elevada as cortinas eram mantidas abaixadas, com os ventiladores ligados. A partir das 17 horas, os ventiladores eram desligados e as cortinas mantidas parcialmente fechadas.

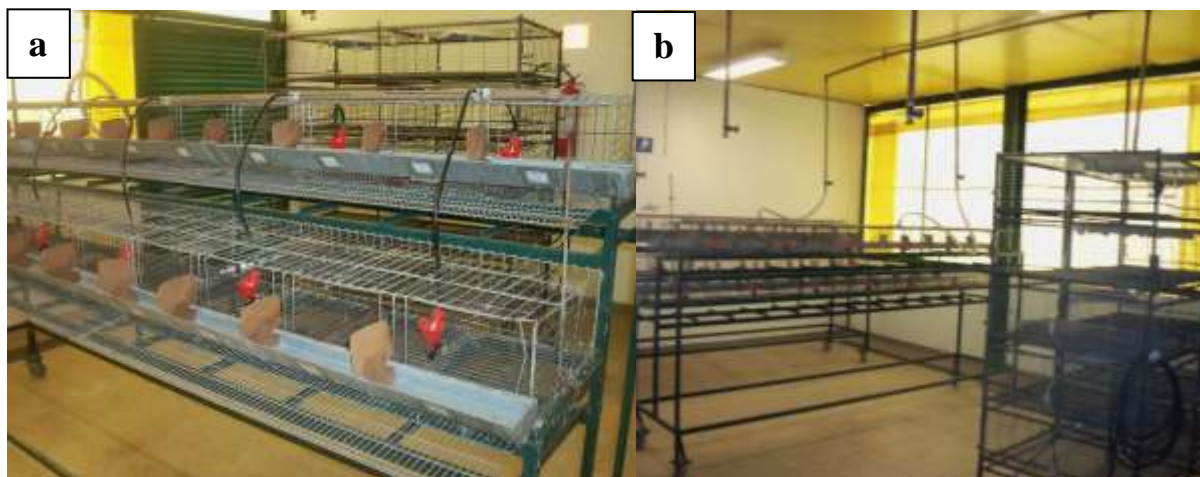


Figura 2.1 a. Gaiola convencional para codornas de postura. **b.** Sala experimental do Laboratório de Ensaio Metabólicos da Universidade de Brasília.

A temperatura máxima e mínima foi controlada duas vezes ao dia: no início da manhã, às 08 horas, e, no final da tarde às, 17 horas, por termômetro de bulbo seco INCOTERM®. O resultado da média da temperatura máxima foi de 24° C e, da mínima, de 20° C durante o período experimental (Tabela 2.1). O programa de luz foi de 17 horas de luz contínua, sendo 12 horas de luz natural e 5 horas de luz artificial, utilizando-se o temporizador automático Timer Kienzler®.

Tabela 2.1 – Médias das temperaturas máximas e mínimas durante os cinco ciclos do experimento.

TEMPERATURA	CICLO 1	CICLO 2	CICLO 3	CICLO 4	CICLO 5
Média Máxima	24	23	23	25	24
Média Mínima	20	20	20	22	19
Média do ciclo	22	22	22	24	21

A mortalidade foi registrada a cada ocorrência e ajustada logo em seguida para não alterar as condições experimentais, como densidade populacional, conforto térmico e competição por alimento. Durante todo o período experimental, foram detectadas seis mortes

e a porcentagem de mortalidade por tratamento foi T0 – 0%; T1 – 3,33%; T2 – 6,67%; T3 – 6,67%; T4 - 0%; T5 – 0%; T6 – 3,33% e T7 – 0%.

As dietas foram formuladas segundo Silva & Costa (2009) e a tabela de alimentos segundo Rostagno et al. (2011), como mostra a Tabela 2.2. As dietas foram preparadas no Laboratório de Ensaio Metabólicos utilizando-se um misturador em “Y” com capacidade de 50kg (Figura 2.2a). Durante o período experimental, as dietas foram preparadas a cada 20 dias e distribuídas em baldes separados por tratamento e repetição (Figura 2.2b).

O arraçoamento foi realizado duas vezes ao dia, às 08 horas e às 17 horas, em comedouro tipo calha, à vontade, e o consumo estimulado quatro vezes ao dia entre os horários de fornecimento. A água foi fornecida à vontade, utilizando o bebedouro tipo *nipple* com taça. As aves foram submetidas a um período de adaptação às dietas experimentais de sete dias e, após esse período, iniciou-se a coleta de amostras e dados.

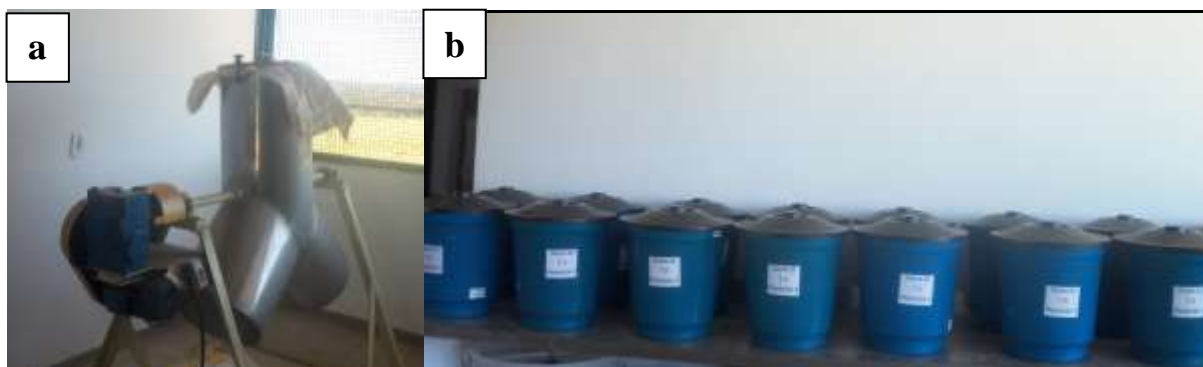


Figura 2.2 a. Detalhe do misturador em “Y” utilizado para preparar as dietas. **b.** Baldes com as dietas separadas por tratamento e repetição.

Tabela 2.2 – Composição centesimal e calculada das dietas experimentais contendo diferentes níveis de vitamina C e dois tipos de óleos vegetais para codornas europeias.

Composição centesimal (%)	T0 e T4	T1 e T5	T2 e T6	T3 e T7
Milho Moído	46,77	46,76	46,75	46,73
Farelo Soja	35,80	35,80	35,80	35,80
Óleo (kg)	2,7030	2,7030	2,7030	2,7030
Calcário Calcítico	7,53	7,53	7,53	7,53
Inerte**	5,41	5,41	5,41	5,41
Lisina	0,14	0,14	0,14	0,14
Metionina	0,23	0,23	0,23	0,23
Premix*	0,36	0,36	0,36	0,36
Cloreto de Sódio	0,36	0,36	0,36	0,36
Fosfato Bicálcio	0,70	0,70	0,70	0,70
Vitamina C	0,00	0,01	0,02	0,04
Composição calculada (%)				
PB		22		
Lisina		1,3		
Met+Cis		0,94		
EM (kcal/kg)		2800		
Ca		3,5		
Pdisponível		0,32		
K		0,46		
Na		0,23		
Cl		0,24		

*Níveis de garantia por kg de produto: vitamina A 1.750.000.000,00 U.I vitamina D3 500.000,00 U.I vitamina E 2.000,00 mg vitamina K3 500,00 mg vitamina B1 250,00 mg vitamina B2 875,00 mg vitamina B6 500,00 mg vitamina B12 1.250,00 mg niacina 6.250,00 mg ácido pantotênico 2.500,00 mg colina 65.000,00 mg metionina 272.500,00 mg cobre 2.000,00 mg ferro 12.500,00 mg manganês 17.500,00 mg zinco 12.500,00 mg iodo 300,00 mg selênio 50,00 mg virginiamicina 1.750,00 mg B.H.T. 3.750,00 mg; **areia lavada. PB = Proteína Bruta; EM = Energia Metabolizável.

Ao final de cada ciclo de 14 dias, foram obtidos os dados de produção de ovos (%), consumo voluntário (g/ave/dia) e os ovos coletados foram destinados para posteriores análises de qualidade do ovo, como pesos do ovo, casca, albúmen e gema (g) e espessura da casca (mm).

Os dados de produção de ovos foram coletados diariamente pela manhã, e a produção de ovos (%) foi calculada em porcentagem dividindo-se a quantidade de ovos produzidos pelo número de aves por tratamento/período. Para obter o peso médio dos ovos, os ovos foram coletados no último dia de cada ciclo, durante os cinco ciclos e, logo em seguida, foram pesados, individualmente, três ovos por repetição, obtendo uma média. A massa de

ovos correspondeu ao produto da produção de ovos e do peso médio dos ovos por tratamento, corrigidos pela taxa de produção de ovos.

O consumo voluntário (g/ave/dia) foi calculado pela diferença de peso da ração inicial e peso final referente às sobras, no 1º e 14º dia do ciclo, respectivamente, de cada gaiola. A conversão alimentar por quilograma de ovos produzidos foi calculada dividindo-se o peso total da ração consumida pelo número de ovos produzidos no período vezes o peso dos ovos, expresso em quilogramas. A conversão alimentar por dúzia de ovos foi calculada dividindo-se o peso total da ração consumida pelo número de dúzias de ovos produzidos, expresso em quilogramas. E a conversão alimentar por massa de ovo foi calculada dividindo-se o peso total da ração consumida pela massa de ovos.

As análises de qualidade dos ovos foram conduzidas no LabEM, onde foram analisadas a espessura da casca (mm) através de um corte da casca do ovo utilizando uma tesoura de ponta fina (Figura 2.3a), em seguida as cascas foram lavadas com água corrente e secas em temperatura ambiente por 24 horas e pesadas (Figura 2.3b). Posteriormente, foi realizada a medição da espessura (mm) em três pontos distintos na zona equatorial da casca do ovo com um paquímetro digital MITUTOYO® (Figura 2.3c). A porcentagem da casca foi obtida dividindo-se o peso da casca seca pelo peso do ovo íntegro, sendo o resultado multiplicado por 100.



Figura 2.3 a. Corte da casca do ovo com a tesoura. **b.** Pesagem das cascas secas. **c.** Detalhe do paquímetro digital MITUTOYO® medindo a espessura da casca.

As características da qualidade interna avaliadas nos ovos foram: peso da gema, albumen e casca, porcentagem da gema obtida através da relação entre o peso da gema e o peso do ovo, porcentagem de albúmen, determinada através da subtração entre o peso do ovo e a soma dos componentes casca e gema, e avaliação de oxidação lipídica do ovo cozido e *in natura*.

As análises de oxidação foram realizadas no Laboratório de Análises de Alimentos da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAV) da Universidade de Brasília (UnB).

Para avaliação da oxidação lipídica da gema cozida os ovos foram colhidos do 7º ao 10º dia de experimento. Tais ovos foram cozidos por 12 minutos a uma temperatura de aproximadamente 98º C, posteriormente colocados em água fria, descascados e armazenados, durante o período de análises, em uma solução conservante (ácido cítrico, benzoato de sódio e cloreto sódio comum) em câmara fria com temperatura média de 4º C (Figura 2.4). As análises de oxidação foram realizadas no dia do cozimento e aos 7, 14, 21 e 28 dias após o cozimento, totalizando 5 análises. Ao final do experimento, foram coletados ovos durante 4 dias e armazenados em geladeira à temperatura média de 10º C para análises de oxidação lipídica da gema de ovos resfriados. Tais análises ocorreram no dia da coleta e aos 14, 28 e 42 dias após a coleta.

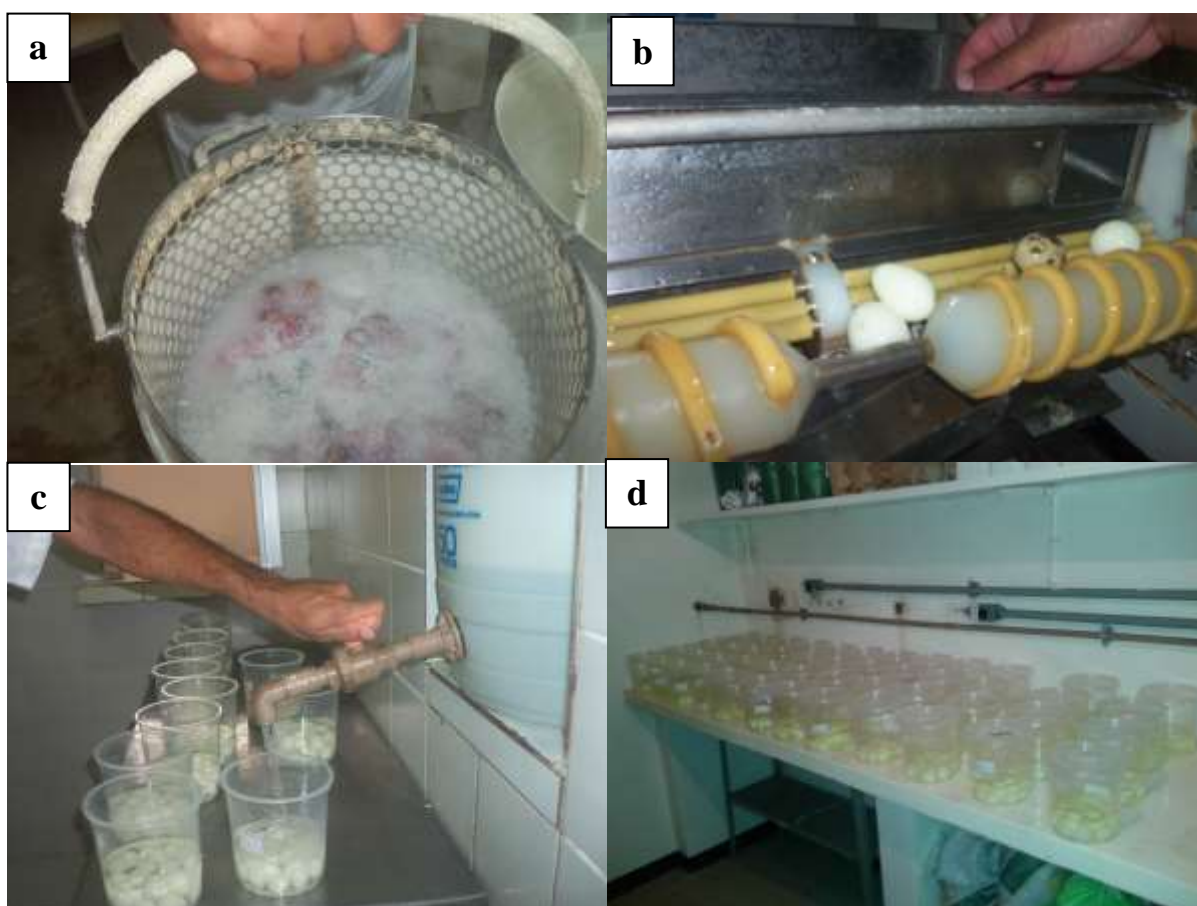


Figura 2.4 a. Cozimento dos ovos. b. Máquina para descascar ovos de codorna. c. Adição da solução conservante. d. Armazenamento em câmara fria.

A oxidação lipídica foi mensurada na gema do ovo, através das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) determinado por espectrofotometria a 539 nm de absorvância, expresso em mg de malonaldeído por grama de amostra, de acordo com a metodologia adaptada de Vyncke (1970). Para realização do TBARS, tomou-se o peso de aproximadamente 5,0 gramas de amostra de um “pool” de gema de dois ovos (Figura 2.5a), em seguida acrescentou-se 12,5 ml de ácido tricloroacético a 7,5 %, homogeneizou-se por dois minutos em equipamento Turrax a 13.300 rpm (Figura 2.5b), filtrou-se em papel filtro qualitativo, a partir do filtrado tomou-se duas alíquotas do filtrado de cada amostra e acrescentou-se 2,5 ml de ácido tiobarbitúrico a 1%, emergindo as amostras por 40 minutos em banho-maria fervente (Figura 2.5c), em seguida resfriou-se as amostras por 15 minutos a temperatura ambiente e, por fim, determinou-se a proporção de malonaldeído e substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico, por espectrofotometria (Figura 2.5d).



Figura 2.5 a. Pesagem do “pool” de gema de dois ovos para análise de oxidação lipídica. **b.** Homogeneizando a amostra no Turrax. **c.** Detalhe das amostras no banho-maria. **d.** Amostras nas cubetas para determinação do TBARS em espectrofotômetro.

Os dados de desempenho das aves, de produção e qualidade do ovo e de oxidação lipídica foram avaliados por análise de variância de acordo com o pacote computacional SAS, usando o PROG GLM (2000). A comparação entre as médias de desempenho das aves, de produção e qualidade do ovo foi efetuada pelo teste *Student-Newman-Keuls* (SNK), ao nível de 5% de significância, e a comparação entre as médias de oxidação lipídica pelo teste de *Duncan's*, ao nível de 5% de significância.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados médios de consumo de ração (g/ave/dia), conversão alimentar (CA) por kg de massa de ovos e conversão alimentar por dúzia de codornas europeias suplementadas com óleos de soja e girassol e diferentes níveis de vitamina C estão apresentados na Tabela 2.3.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 2.3, ocorreram diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os diferentes tipos de óleo para todos os parâmetros de consumo e conversão alimentar estudados. As aves que foram alimentadas com dieta contendo óleo de girassol apresentaram menor consumo e melhor CA (kg ração/kg massa) e (kg ração/dz) em comparação às alimentadas com dieta contendo óleo de soja.

Os resultados do presente experimento foram semelhantes aos encontrados por Móri et al. (2005), onde observaram um consumo médio de ração de 38,11 g/ave/dia, quando trabalharam com codornas europeias do grupo genético oriundo da granja Coração de Leão, mesma origem das codornas do presente experimento.

Resultados semelhantes foram encontrados para poedeiras comerciais submetidas a dietas com diferentes óleos vegetais, as quais apresentaram maior consumo de ração (g/ave/dia) com adição de 2% ou 4% óleo de algodão, 4% óleo de soja e 2% óleo de linhaça (Santos et al., 2009). Por outro lado, Midilli et al. (2009) observaram que a adição de 0,75%, 1,5% e 3% de óleo girassol e de semente de papoula, combinado ou não, na dieta de codornas japonesas, não causou efeito no consumo de ração (g/ave/dia) e CA (g ração/g de ovo) em todos os grupos de tratamento. No entanto, os autores advertem que o consumo de ração em codornas poedeiras pode apresentar diferenças, dependendo de alguns fatores como a espécie, peso vivo e nível de energia da dieta.

Tabela 2.3 - Valores médios do consumo de ração ave/dia (g), conversão alimentar por kg de massa de ovos (kg ração/kg massa)* e conversão alimentar por dúzia (kg ração/dz)** durante os cinco ciclos.

	Consumo (g/ave/dia)	CA (kg/kg)*	CA (kg/dz)**
Vitamina C			
0	36,7	2,98	0,48
100	37,5	3,17	0,49
200	36,5	3,16	0,48
400	36,8	3,09	0,48
Óleo			
Soja	37,2a	3,18a	0,49a
Girassol	36,5b	3,01b	0,47b
Ciclo			
1	38,1a	3,15a	0,49a
2	37,4ab	3,13a	0,48a
3	37,9a	3,16a	0,49a
4	34,2c	2,88b	0,44b
5	36,6b	3,18a	0,49a
CV	6,429	16,829	8,784
	Valor de P		
Óleo	0,0201	0,0152	0,0011
Vitamina C	0,1442	0,1737	0,1366
Ciclo	<.0001	0,0275	<.0001
Ciclo x Vit C	0,5466	0,6265	0,7418
Ciclo x óleo	0,0543	0,8953	0,4061
Vit C x óleo	0,0864	0,0021	0,0702
Ciclo x Vit C x óleo	0,9226	0,4910	0,6060

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste SNK ($P < 0,05$). CA = conversão alimentar; dz = dúzia; CV = coeficiente de variação; Ciclo = 14 dias; Vit C = vitamina C.

Entre os diferentes ciclos, foram observadas diferença significativa ($P < 0,05$) para consumo de ração ave/dia, sendo maior nos ciclos 1, 2 e 3, e menor no ciclo 4. A redução no consumo de ração observada no ciclo 4 pode ser devido ao aumento da temperatura ambiente durante o referido período experimental, a temperatura média no ciclos 1, 2 e 3 foi de 22° C e no ciclo 4 foi de 24° C, chegando aos 28° C em alguns dias. Na fase adulta, a faixa de conforto térmico ou zona termoneutra das codornas está entre 18° C e 22° C (Oliveira, 2004). De acordo com Silva & Costa (2009), o consumo diário das codornas diminui com o aumento da temperatura ambiente e com a densidade e tipo de alojamento das aves, e aumenta com a idade, o frio e a menor densidade energética da dieta.

Quando as aves são expostas a condições térmicas desfavoráveis, como temperaturas acima da zona de conforto térmico, ocorre um aumento da temperatura corporal e alcalose respiratória; com isso, as aves tendem a diminuir o consumo de ração, pois o alimento aumenta o metabolismo e, conseqüentemente, a quantidade de calor corporal. Portanto, esse menor consumo de alimento e o gasto de energia para manutenção da homeostase térmica levam a uma redução no desempenho das aves criadas em altas temperaturas (Furlan, 2006).

Essa redução no consumo com a elevação da temperatura foi observada por Lima et al. (2009) em codornas europeias criadas sob temperatura de 34° C, as quais consumiram 35,65% menos ração que àquelas criadas em condições de termoneutralidade. Em outro experimento realizado no semiárido paraibano, com codornas europeias e japonesas, também foi observado um menor consumo de ração durante a estação seca, quando foram registradas temperaturas maiores (média de 26,7° C) e umidades relativas do ar menores (média de 68,5%), em comparação à estação chuvosa (temperatura 22,5° C e umidade 82,8%) (Guimarães et al., 2014)

A CA (kg ração/kg massa) e CA (kg ração/dz) foram significativamente diferentes ($P < 0,05$) e melhores no ciclo 4, dos 45 aos 56 dias de experimento, e semelhantes nos outros ciclos. Tais resultados se devem ao menor consumo de ração no ciclo 4, o qual não afetou a produção de ovos (Tabela 2.5). Dessa forma, sugere-se que a vitamina C tenha reduzido o estresse térmico durante o ciclo 4, em que a temperatura atingiu 28° C, possibilitando uma produção de ovos semelhante a dos outros períodos, uma vez que a suplementação com vitamina C pode aliviar o estresse e aumentar a tolerância térmica através dos seus efeitos antioxidantes (Sahin & Kucuk, 2001).

No parâmetro de CA (kg ração/kg massa), houve interação significativa ($P < 0,05$) entre os níveis de vitamina C e o óleo de girassol (Tabela 2.4), mostrando que o óleo de girassol tem efeito sobre a vitamina C quando são utilizados juntos na dieta.

A CA (kg ração/kg massa) foi semelhante nos tratamentos sem vitamina C e óleo de girassol e com 400 mg de vitamina C e óleo de girassol. Em relação ao óleo de soja, a conversão alimentar não diferiu estatisticamente ($P > 0,05$) com os diferentes níveis de vitamina C.

Tabela 2.4 - Interação entre os níveis de vitamina C (0, 100, 200 e 400 ppm) e os óleos de soja e girassol em relação a conversão alimentar em kg de ração/kg de massa de ovo.

Vitamina C	Óleo soja	Óleo girassol	CV	Valor de P
0	3,16A	2,79bB	14,957	0,0020
100	3,12	3,21a	17,865	0,5073
200	3,11	3,21a	16,442	0,4967
400	3,33A	2,85bB	17,932	0,0015
CV	18,429	14,973		
Valor de P	0,4531	0,0001		

Médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas e de letras maiúsculas distintas nas linhas diferem entre si pelo teste SNK ($P < 0,05$). CV = coeficiente de variação

Os dados do presente trabalho corroboram com os resultados obtidos por Irandoust et al. (2012), os quais observaram que a inclusão de 0 e 250 mg/kg de vitamina C em dietas de galinhas poedeiras contendo 3,5% de óleo de soja não afetaram o consumo de ração (g/dia) e CA (kg ração/kg ovo).

Resultados semelhantes foram encontrados com a suplementação de vitamina C (0, 150, 250, 500 ppm) para codornas japonesas, a qual não teve efeito sobre o consumo de ração (g/ave/dia) e conversão alimentar (g/dúzia) em condições de temperatura ambiente elevada (34° C) (Bardakçioğlu et al., 2005). Tais autores concluíram que a adição de vitamina C à ração de codorna em condições de estresse por calor não provocou diferença significativa sobre as características de desempenho e produção.

Entretanto, em um grupo de codornas mantidas à temperatura de 33° C, que recebeu a combinação de 240 mg de vitamina C e 240 mg de vitamina E, foram encontrados maior consumo de ração (g/ave/dia), CA (kg ração/kg ovo), taxa de postura e valores médios de peso dos ovos (g); portanto, a combinação de vitamina C e E pode reduzir o estresse ocasionado pelo calor e melhorar o desempenho de codornas japonesas (Ipek et al., 2007). Isso acontece porque a vitamina C está envolvida no efeito antioxidante da vitamina E, uma vez que converte formas oxidadas de vitamina E, promovendo sua regeneração e, dessa forma complementando o papel antioxidante da vitamina E, mantendo ou melhorando a qualidade da carne e do ovo (Whitehead & Keller 2003).

Os dados relacionados à produção de ovos das codornas alimentadas com diferentes níveis vitamina C e óleos de soja e girassol estão expostos na Tabela 2.5, onde não foram identificadas diferenças significativas ($P > 0,05$) para a produção de ovos (%/ave/dia),

produção total de ovos (kg) e massa de ovos (kg) entre os tratamentos estudados e em diferentes ciclos de produção.

Pesquisas anteriores têm mostrado pouca influência da suplementação com vitamina C sobre as principais características de desempenho de aves poedeira (Faria et al., 2001). No entanto, parece evidente que as respostas de poedeiras à suplementação com vitamina C têm ocorrido com maior frequência em aves submetidas a estresse térmico (Whitehead & Keller, 2003).

Tabela 2.5 - Média da porcentagem de ovos produzidos por ave/dia, produção total de ovos (kg/ciclo) e massa de ovos (kg) durante os cinco ciclos.

Vitamina C	Produção (%/ave/dia)	Produção total (kg)	Massa de ovos (kg)
0	93,1	0,943	0,882
100	91,5	0,923	0,850
200	91,2	0,904	0,830
400	92,1	0,923	0,854
Óleo			
Soja	91,3	0,918	0,844
Girassol	92,7	0,929	0,864
Ciclo			
1	92,3	0,931	0,863
2	92,6	0,918	0,854
3	92,9	0,920	0,858
4	91,9	0,929	0,860
5	90,2	0,918	0,836
CV	7,796	9,221	15,707
Valor de P			
Óleo	0,1441	0,3247	0,2470
Vitamina C	0,4664	0,0999	0,2008
Ciclo	0,4210	0,9163	0,8708
Ciclo x Vit C	0,9542	0,6690	0,8130
Ciclo x óleo	0,9868	0,8624	0,9259
VitC x óleo	0,0002	0,0009	0,0002
Ciclo x VitC x óleo	0,9868	0,8624	0,6450

CV = coeficiente de variação; Ciclo = 14 dias; Vit C = vitamina C.

Resultados de experimentos anteriores confirmaram que a suplementação dietética com diferentes níveis de vitamina C para aves alojadas em condições ambientais normais, com temperaturas variando de 18° C a 29° C, não influenciou a produção de ovos (%), peso dos ovos (g) e massa de ovos das aves poedeiras (Keshavarz, 1996; Faria et al., 2001; Salvador et al., 2009). No entanto, Sahin et al. (2003) observou que a suplementação das dietas com 250 ppm de vitamina C, para codornas japonesas expostas a temperatura de

33° C, aumentou o consumo de ração e a produção de ovos (%), em relação à dieta sem suplementação ($P < 0,05$).

Não foram observados efeitos do tipo de óleo vegetal estudados sobre os parâmetros de produção de ovos, entretanto Santos et al. (2009) estudando diferentes tipos e níveis de óleos observaram maior porcentagem de postura ($P < 0,05$) em poedeiras alimentadas com 2% óleo de soja e 2% óleo de linhaça, em relação às aves alimentadas com rações sem óleo, 4% óleo de linhaça e 4% óleo de algodão. Os autores atribuíram esse resultado à presença de ácido fítico na semente de linhaça, de glicosídeos cianogênicos e de mucilagem, que podem reduzir o metabolismo proteico e afetar a utilização dos nutrientes ocasionando redução da produção. Além disso, foi constatada a presença de fezes mais líquidas nas aves que consumiram ração contendo 4% de óleo de linhaça, sugerindo que tal aumento do trânsito intestinal pode ter alterado a absorção dos nutrientes da dieta, resultando na piora do desempenho produtivo.

Quanto aos parâmetros de produção de ovos estudados, foi verificado efeito significativo para interação entre vitamina C x óleo ($P < 0,05$). As Tabelas 2.6 e 2.7 mostram as interações entre os diferentes níveis de vitamina C e os óleos de soja e girassol para produção média de ovos (%/ave/dia) e a produção total de ovos (kg), respectivamente.

Tabela 2.6 - Interação entre os níveis de vitamina C (0, 100, 200 e 400 ppm) e os óleos de soja e girassol para produção média de ovos (%/ave/dia) durante o período experimental.

Vitamina C	Óleo soja	Óleo girassol	CV	Valor de P
0	90,379B	95,808aA	7,078	0,0023
100	93,476A	89,428bB	8,029	0,0370
200	91,952	90,381b	8,242	0,4214
400	89,286B	94,904aA	6,831	0,0010
CV	8,875	6,018		
Valor de P	0,2096	<.0001		

Médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas e de letras maiúsculas distintas nas linhas diferem entre si pelo teste SNK ($P < 0,05$). CV = coeficiente de variação.

Tabela 2.7 - Interação entre os níveis de vitamina C (0, 100, 200 e 400 ppm) e os óleos de soja e girassol em relação a produção total de ovos (kg) durante os ciclos de 14 dias

Vitamina C	Óleo soja	Óleo girassol	CV	Valor de P
0	0,91284B	0,97298aA	8,221	0,0039
100	0,94049	0,90611b	9,286	0,1258
200	0,92103	0,88657b	9,494	0,1253
400	0,89654B	0,94863aA	8,993	0,0181
CV	9,709	8,246		
Valor de P	0,2908	<.0001		

Médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas e de letras maiúsculas distintas nas linhas diferem entre si pelo teste SNK ($P < 0,05$). CV = coeficiente de variação.

A utilização de diferentes níveis de vitamina C combinados com óleo de girassol causou efeito ($P < 0,05$) na produção média de ovos (%/ave/dia) e produção total de ovos (kg), apresentando valores maiores nos tratamentos com 0 e 400ppm de vitamina C. Portanto, devido ao custo da vitamina C, não recomenda-se a sua utilização na dieta de codornas europeias com o objetivo de melhorar a produção de ovos, pois os custos com a dieta podem aumentar. A inclusão do óleo de girassol também dependerá do custo, deste modo, sugerem-se estudos de custo das dietas com inclusão de óleos vegetais e vitamina C.

Bardakçioğlu et al. (2005) também observaram que até a temperatura de 34° C a suplementação de 0, 150 e 250 ppm vitamina C não causou efeito sobre a produção de ovos em codornas japonesas, no entanto, quando foi adicionado 500 ppm de vitamina C a produção de ovos aumentou em relação aos outros tratamentos.

Por outro lado, a suplementação dietética simultânea de vitamina C (250 mg/kg) e dois níveis de própolis (2 e 5 g/kg) para galinhas poedeiras, expostas ao estresse térmico (34° C), aumentou a produção de ovos (%), espessura da casca (mm) e peso dos ovos (g) em relação às aves não suplementadas, sendo os resultados atribuídos aos efeitos antioxidantes da vitamina C e própolis, podendo atenuar o calor e aumentar a digestibilidade (Seven, 2008).

Os resultados referentes à qualidade interna e externa do ovo, como peso do ovo (g), da gema (g), do albúmen (g) e da casca (g), espessura da casca (mm) e porcentagem de gema, albúmen e casca estão expressos na Tabela 2.8.

A suplementação com diferentes níveis de vitamina C nas dietas de codornas europeias provocou efeito significativo ($P < 0,05$) no peso do ovo (g) e no peso do albúmen (g), sendo que os tratamentos com 0, 100 e 400 ppm de vitamina C apresentaram resultados

semelhantes para tais parâmetros. De acordo com Bardakçioğlu et al. (2005), a suplementação de codornas com vitamina C parece não ter efeito importante sobre o peso do ovo, pois observaram peso de ovos semelhantes ($P < 0,05$) entre os tratamentos com 0, 150, 250 e 500 ppm de vitamina C para codornas japonesas.

Resultados diferentes ao do presente experimento foram encontrados por Orban et al. (1993), que utilizaram doses elevadas de vitamina C (2000 e 3000 ppm) na dieta de galinhas poedeiras e observaram um aumento de até 5% no peso dos ovos. Segundo os autores, tais resultados sugerem que doses elevadas de ácido ascórbico influenciam no metabolismo do cálcio da dieta, afetando a mineralização dos ossos e da casca de ovo.

As outras características de qualidade do ovo, como peso da gema e da casca, espessura da casca e porcentagem de gema, albúmen e casca não apresentaram diferenças significativas ($P > 0,05$) quanto aos diferentes níveis de vitamina C.

Estudos anteriores corroboram com os resultados do presente experimento, onde a utilização de quatro níveis de vitamina C (0,100, 250 e 500 ppm) e dois níveis de cálcio (3,0 e 3,5 %) para galinhas poedeira, alojadas sob temperatura média de 24,7° C, não provocaram diferenças significativas ($P > 0,01$) para a espessura da casca, porém o peso da casca de ovo aumentou ($P < 0,01$) com os níveis de 250 e 500 ppm de vitamina (Zapata & Gernat, 1995). Por outro lado, Sahin et al. (2003) observaram que a suplementação dietética com 250 mg de vitamina C para codornas japonesas expostas a uma temperatura ambiente elevada (33° C) melhorou a qualidade do ovo, aumentando a espessura de casca e o peso da casca.

Tabela 2.8 - Peso médio do ovo (g), da gema (g), do albúmen (g) e da casca (g), média da espessura da casca (mm) e porcentagem de gema, albúmen e casca, durante os cinco ciclos do experimento, para codornas europeias alimentadas com diferentes níveis de vitamina C (0, 100, 200, 400 mg) e óleos de soja e de girassol (3%).

Vitamina C	Ovo (g)	Gema (g)	Albúmen (g)	Casca (g)	Espessura (mm)	% Gema	% Albúmen	% Casca
0	14,48a	4,42	8,89a	1,17	20,30	30,50	61,42	8,07
100	14,42ab	4,39	8,86a	1,17	20,52	30,49	61,37	8,13
200	14,15b	4,36	8,63b	1,16	20,30	30,84	60,98	8,18
400	14,31ab	4,39	8,75ab	1,17	20,40	30,68	61,12	8,20
Óleo								
Soja	14,37	4,39	8,80	1,18	20,47	30,54	61,27	8,19
Girassol	14,31	4,39	8,76	1,16	20,28	30,72	61,18	8,10
Ciclo								
1	14,39	4,39ab	8,83	1,18b	20,02b	30,53	61,28a	8,19b
2	14,19	4,33b	8,71	1,14b	20,44ab	30,56	61,38a	8,06b
3	14,15	4,32b	8,68	1,15b	20,77a	30,54	61,34a	8,13b
4	14,44	4,44ab	8,77	1,22a	20,34ab	30,79	60,74b	8,47a
5	14,53	4,46a	8,92	1,14b	20,33ab	30,73	61,39a	7,88c
CV	4,741	5,580	5,143	6,387	4,610	3,115	1,671	4,672
Valor de P								
Óleo	0,5583	0,7454	0,4562	0,0597	0,1058	0,1342	0,4723	0,0667
Vitamina C	0,0504	0,7092	0,0086	0,6191	0,5138	0,1554	0,0617	0,2672
Ciclo	0,2810	0,0124	0,0758	<.0001	0,0046	0,5115	0,0094	<.0001
Ciclo x Vit C	0,7265	0,7036	0,8098	0,8679	0,6270	0,9552	0,9389	0,8702
Ciclo x óleo	0,7813	0,8289	0,6899	0,9848	0,4392	0,7256	0,6350	0,8918
VitC x óleo	0,3646	0,4348	0,0405	0,5498	0,3068	0,0002	0,0004	0,3542
Ciclo x vitC x óleo	0,9664	0,7864	0,9674	0,9938	0,7340	0,4545	0,6701	0,9985

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste SNK ($P < 0,05$). CV = coeficiente de variação; Ciclo = 14 dias; Vit C = vitamina C.

Quanto aos pesos relativos de gema e albúmen (%), os resultados do presente experimento são semelhantes aos encontrados por Faria et al. (2001), que não observaram efeito significativo ($P > 0,05$) para essas características em poedeiras alimentadas com dietas contendo 0, 200 e 400 ppm de vitamina C. Entretanto, Dhaliwal & Nagra (2007) observaram que o peso da gema de codornas japonesas aumentou ($P < 0,05$) com a suplementação dietética de 100 mg/kg de vitamina C associada a 100 mg/kg de vitamina E, durante condições secas e temperatura elevadas (36°C), sugerindo que a suplementação com vitamina C e E na dieta durante o estresse térmico alivia os efeitos negativos sobre a produção de ovos.

Não foram verificados efeitos dos tipos de óleo vegetal estudados ($P > 0,05$) sobre peso do ovo, da gema, do albúmen e da casca, espessura da casca e porcentagem de gema, albúmen e casca (Tabela 2.8).

Roll (2012), estudando codornas europeias com 112 dias de idade, alimentadas com dietas contendo 2,4% de óleo de soja, encontrou valores semelhantes aos do presente trabalho para o peso dos ovos (14,37g), peso de gema (4,45g) e peso de casca (1,23g). No entanto, Barreto et al. (2007), trabalhando com codornas europeias (56 a 168 dias de idade) suplementadas com dietas apresentando 3% de óleo de soja, encontraram valores menores para o peso dos ovos (12,67g), peso de gema (3,92g), peso de albúmen (7,69g) e peso de casca (1,06g). As variações de tais resultados se devem a alguns fatores, como origem dos animais, linhagem, composição das rações, níveis de estresse e condições de manejo (Bardakçioğlu et al., 2005).

Os resultados do presente experimento corroboram com os encontrados por Güçlü et al. (2008), que trabalharam com codornas japonesas alimentadas com dietas contendo 4% de diferentes tipos de óleos, incluindo os óleos de soja e girassol. Tais autores não observaram diferenças significativas ($P > 0,05$) no peso dos ovos (g), espessura da casca (mm) e índices de albúmen e gema entre os tratamentos com óleos de soja e girassol.

Em relação aos ciclos de produção, ocorreram diferenças significativas ($P < 0,05$) para o peso da gema e da casca, espessura de casca e porcentagem de albúmen e casca, o mesmo não aconteceu com peso de ovo, peso de albúmen e porcentagem de casca (Tabela 2.8). No ciclo 4, o peso e a porcentagem de casca foram maiores, sugerindo que a vitamina C pode ter reduzido os efeitos do estresse térmico durante aquele período, possibilitando a produção de ovos com cascas mais pesadas. De modo semelhante, Seven (2008) observou que o peso da casca aumentou com a inclusão de 250 ppm de vitamina C em poedeiras mantidas a 34°C . Esses resultados se devem à participação da vitamina C na

formação da casca do ovo, pois ela aumenta a mobilização de cálcio a partir dos ossos (Sahin & Sahin, 2001).

Foram verificadas interações significativas ($P < 0,05$) entre níveis de vitamina C e os óleos de soja e girassol para peso de albúmen e pesos relativos de gema e de albúmen (%). As Tabelas 2.9 e 2.10 apresentam as interações Vitamina C x Óleo para pesos relativos de gema e de albúmen (%), respectivamente.

Tabela 2.9 - Interação entre os níveis de vitamina C (0, 100, 200 e 400 mg/kg de ração ou ppm) e os óleos de soja e de girassol em relação a porcentagem de gema dos ovos.

Vitamina C	Óleo soja	Óleo girassol	CV	Valor de P
0	30,7723A	30,2367bB	3,187	0,0371
100	30,5950	30,3953b	2,869	0,3965
200	30,4390B	31,2407aA	2,569	0,0002
400	30,3407B	31,0153aA	3,413	0,0154
CV	2,892	3,197		
Valor de P	0,2554	0,0002		

Médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas e de letras maiúsculas distintas nas linhas diferem entre si pelo teste SNK ($P < 0,05$).

Na interação entre vitamina C e óleos vegetais para o peso relativo da gema (%), observou-se que o aumento no nível de inclusão de vitamina C combinado com óleo de girassol ocasionou maior porcentagem de gema, implicando maior efeito do óleo de girassol quando associado com níveis elevados de vitamina C, no entanto, o mesmo não ocorreu com o óleo de soja. Efeitos semelhantes foram obtidos por Irandoust et al. (2012), onde observaram que a inclusão de 0 e 250 ppm de vitamina C em dietas de galinhas poedeiras contendo 3,5% de óleo de soja não afetou o peso relativo da gema (%). Tais resultados podem ser explicados pela menor porcentagem de ácido linoleico no óleo de soja (53%) em relação ao óleo de girassol (62%) (TACO, 2011), pois segundo Balvane (1970), rações com menor quantidade de ácido linoléico promovem redução no peso dos ovos, sendo a gema o componente mais afetado.

Quanto ao peso relativo do albúmen (%) (Tabela 2.10), a adição de níveis mais elevados de vitamina C juntamente com óleo de girassol reduziu a porcentagem de albúmen, ocorrendo o oposto da porcentagem de gema. Como o peso dos ovos e o peso relativo da casca (%) não foram afetados pela interação vitamina x óleo, ao aumentar o peso relativo da

gema (%), conseqüentemente, o peso relativo do albúmen (%) tende a reduzir, mantendo o peso do ovo semelhante.

Tabela 2.10 - Interação entre os níveis de vitamina C (0, 100, 200 e 400 mg/kg de ração ou ppm) e os óleos de soja e de girassol em relação a porcentagem de albúmen dos ovos.

Vitamina C	Óleo soja	Óleo girassol	CV	Valor de P
0	61,1590B	61,6813aA	1,642	0,0496
100	61,1613	61,5857a	1,713	0,1234
200	61,3660A	60,5980bB	1,430	0,0012
400	61,4000	60,8410b	1,856	0,0613
CV	1,629	1,706		
Valor de P	0,6800	<.0001		

Médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas e de letras maiúsculas distintas nas linhas diferem entre si pelo teste SNK ($P < 0,05$).

Salvador et al.(2009) encontraram resultados semelhantes ao do presente experimento, pois ao utilizarem a associação da vitamina D (25(OH)D₃) com 200 ppm de vitamina C para galinhas poedeiras observaram aumento no peso relativo da gema e redução no peso relativo do albúmen. No entanto, Oliveira et al. (2010) observaram que a adição de 3,4% de óleo de soja e 3,4% de óleo de girassol não afetaram ($P > 0,05$) o peso relativo da gema e do albúmen dos ovos produzidos por galinhas poedeiras, pois praticamente toda a gordura da dieta que é depositada no ovo se encontra na gema, portanto o uso de óleos vegetais na dieta das aves não afeta a porcentagem de albúmen dos ovos.

Em relação à oxidação lipídica da gema, a Tabela 2.11 apresenta os valores de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) expressas em mg malonaldeído (MDA) por kg de gema de ovo fresco armazenado por 0, 14, 28 e 42 dias em refrigerador à 10° C.

Tabela 2.11 - Médias da oxidação lipídica (valores de TBARS) nos tempos 0, 14, 28 e 42 dias de armazenamento, expressa em mg MDA/kg de gema de ovo fresco refrigerado a 10° C.

Vitamina C	0 dias	14 dias	28 dias	42 dias
0	0,5694	0,5588	0,4706	0,6859
100	0,5469	0,5196	0,4381	0,6677
200	0,5638	0,5832	0,4232	0,5937
400	0,5757	0,5653	0,4369	0,6511
Óleo				
Soja	0,5801	0,5422	0,4358	0,6593
Girassol	0,5479	0,5712	0,4485	0,6399
CV	12,4518	15,2943	24,0491	19,7076
Valor de P				
Vitamina C	0,7727	0,3257	0,7332	0,3350
Óleo	0,1204	0,2448	0,6810	0,6044
VitC x oleo	0,4499	0,4433	0,5362	0,7770

As fontes de óleos vegetais utilizadas, bem como a adição de vitamina C na dieta das codornas, não afetaram ($P > 0,05$) os valores de TBARS das gemas de ovos frescos refrigerados em nenhum dos períodos de armazenamento analisados, sugerindo maior estabilidade oxidativa do ovo fresco em relação ao ovo cozido, corroborando com pesquisas anteriores de Marshal et al. (1994) e Grobas et al. (2002).

Com o objetivo de avaliar melhor a oxidação lipídica nas gemas frescas a Tabela 2.12 apresenta a comparação dos valores de TBARS para os níveis de vitamina C, óleos de soja e girassol e os tempos de armazenamento dos ovos frescos, permitindo a observação dos efeitos de cada variável sobre a estabilidade oxidativa da gema.

Tabela 2.12 - Comparação dos valores de TBARS, expressas em mg MDA/kg de gema, para os níveis de vitamina C (0, 100, 200 e 400 ppm), óleos de soja e de girassol e os tempos de armazenamento dos ovos frescos (0, 14, 28, e 42 dias).

Vitamina C	Ovo fresco
0	0,5712
100	0,5431
200	0,5409
400	0,5573
Óleo	
Soja	0,5543
Girassol	0,5519
Tempo	
0	0,5639b
14	0,5567b
28	0,4421c
42	0,6496a
CV	18,052
Valor de P	
Vitamina C	0,4178
Óleo	0,8661
Tempo	<.0001
Tempo x Vitamina C	0,5857
Tempo x Óleo	0,4143
Vitamina C x Óleo	0,5243
Tempo x Vitamina C x Óleo	0,7959

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de SNK ($P < 0,05$).

Ocorreram diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os diferentes tempos de armazenamento do ovo fresco refrigerado, Os valores de TBARS se mantiveram estáveis até os 14 dias e reduziram aos 28 dias de armazenamento; no entanto, não se pode afirmar que esses ovos apresentaram redução na oxidação lipídica, pois os menores valores de TBARS em ovos armazenados podem ser devido à reação de MDA com uma variedade de compostos da gema, como aminoácidos livres, proteínas, ácidos nucleicos e fosfolipídios, que reduzem a disponibilidade de MDA para reagir com TBA, resultando na diminuição da produção de TBARS (Esterbauer et al., 1991).

Essa redução na oxidação, após um período de armazenamento do ovo, também ocorreu no experimento realizado por Franchini et al. (2002), os quais utilizaram 500 mg de vitamina C na dieta de poedeiras e observaram redução do valor de TBARS aos 60 dias de armazenamento, passando de 0,791 mg MDA/kg (30 dias) para 0,632 mg MDA/kg, e

posterior aumento para 0,743 mg MDA/kg aos 90 dias; no entanto, essa diferença de valores não foi significativa ($P>0,05$).

Os resultados do presente trabalho diferem dos encontrados por Pereira et al. (2011), que observaram um aumento na oxidação lipídica da gema de ovos de poedeiras suplementadas com dietas contendo óleo de soja e armazenados a 4 ° C, durante 0, 30 e 60 dias. No entanto, essa diferença dos resultados do presente experimento e dos encontrados por Pereira et al. (2011), pode ser devido à presença da vitamina C nos ovos de codorna, a qual é inexistente no ovo de galinha (Fabichak, 2005). Sugere-se que a vitamina C, atuando como antioxidante no ovo, pode ter estabilizado a oxidação lipídica da gema de ovo de codorna fresco.

Gómez et al (2003) comprovaram que o uso de antioxidantes naturais como o orégano e alecrim, e sintéticos como o butil hidroxianisol (BHA) e butil hidroxitolueno (BHT), adicionados à dieta de poedeiras junto com 0% e 5% de óleo de linhaça protegeram contra a oxidação lipídica da gema de ovos liofilizados e armazenados em temperatura ambiente (20° C-25° C) por 0, 10, 20 e 30 dias.

Quanto à oxidação lipídica da gema do ovo cozido (Tabela 2.13), os tratamentos com adição de vitamina C e os óleos de soja e girassol não afetaram os valores de TBARS em cada um dos tempos analisados.

Tabela 2.13 - Médias da oxidação lipídica (valores de TBARS) nos tempos 0, 7, 14, 21 e 28 dias após o cozimento e armazenamento, expressa em mg MDA/ kg de gema de ovo cozido.

Vitamina C	0 dias	7 dias	14 dias	21 dias	28 dias
0	0,9282	0,4382	0,6314	1,6542	1,9653
100	0,8516	0,4860	0,5758	0,7593	1,4755
200	0,8994	0,3893	0,9451	1,7184	2,3107
400	0,9345	0,4473	0,5638	1,4601	2,0453
Óleo					
Soja	0,9037	0,4421	0,7025	1,5835	2,3034
Girassol	0,9032	0,4383	0,6556	1,2125	1,5950
CV	20,6076	34,9544	55,6634	89,5250	74,0359
Valor de P					
Vitamina C	0,6882	0,4999	0,0574	0,2342	0,5575
Óleo	0,9931	0,9323	0,6697	0,3107	0,0968
Vitamina C x óleo	0,8316	0,9778	0,6898	0,8177	0,9447

No entanto, ao analisar separadamente os valores de TBARS para cada variável, durante todo o período de armazenamento do ovo cozido (Tabela 2.14), foi possível observar que os tipos de óleo afetaram significativamente ($P < 0,05$) a oxidação lipídica das gemas dos ovos cozidos, sendo que o óleo de girassol apresentou valores de TBARS menores, se comparado com o óleo de soja. Isso pode ser explicado pela maior quantidade de ácido linolênico ($\omega 3$) presente no óleo de soja (5,72 g/100g de óleo) em relação ao óleo de girassol (0,39 g/100g de óleo) (TACO, 2011), determinando um alto grau de insaturação do ácido linolênico no óleo de soja, tornando-o mais suscetível à ação das espécies reativas do oxigênio e dos radicais livres, em comparação ao óleo de girassol (De La Torre & López, 1997).

Pita et al. (2008) encontraram resultados semelhantes em gemas de ovos de galinha cozidos e armazenados, os quais apresentaram maior oxidação quando provenientes de tratamentos com fontes de linhaça em detrimento do grupo que recebeu óleo de canola na dieta. Segundo tais autores, essa grande susceptibilidade à oxidação de ovos enriquecidos com fontes de linhaça pode ser devido ao seu elevado teor de ácidos graxos de cadeia longa e ácido linolênico.

Outro fator que deve ser considerado é a maior concentração do antioxidante α -tocoferol (Vitamina E) no óleo de girassol em relação ao óleo de soja, 700 ppm e 180 ppm, respectivamente (Grompone, 2005; Carvalho et al., 2008), tornando-o menos suscetível à oxidação lipídica e podendo reduzir a oxidação da gema (Guinazi et al., 2009).

A Tabela 2.14 mostra que o tempo de armazenamento dos ovos afetou ($P < 0,05$) a oxidação lipídica das gemas cozidas. O Valor de TBARS aumentou no dia do cozimento (dia 0), reduziu com 7 dias e, posteriormente, apresentou aumento linear aos 14, 21 e 28 dias de armazenamento. Esse aumento dos valores de TBARS no dia do cozimento se deve ao processamento do ovo à alta temperatura, pois segundo Lai et al. (1995), quando os ovos são processados sob condições que favorecem a oxidação, como a alta temperatura, podem aparecer produtos da oxidação (incluindo óxidos de colesterol), que aumentam os valores de TBARS. A redução da oxidação com 7 dias de armazenamento pode ser devido à reações do MDA com grupos amino ou carbonila (Gokalp et al., 1983), e à formação de dímeros e trímeros de MDA, reduzindo a quantidade disponível para reagir com TBA (Aubourg, 1993), sendo que tais reduções em ovos podem ocorrer em diferente períodos de armazenamento (Galobart et al., 2001).

Tabela 2.14 - Comparação dos valores de TBARS, expressas em mg MDA/kg de gema, para os níveis de vitamina C (0, 100, 200 e 400 ppm), óleos de soja e de girassol e os tempos de armazenamento dos ovos cozidos (0, 7, 14, 21 e 28 dias).

Vitamina C	Ovo Cozido
0	1,1235
100	0,8297
200	1,2526
400	1,0902
<hr/>	
Óleo	
Soja	1,1870a
Girassol	0,9609b
<hr/>	
Tempo	
0	0,9034c
7	0,4402d
14	0,6790c
21	1,3980b
28	1,9492a
<hr/>	
CV	81,7078
<hr/>	
Valor de P	
Vitamina C	0,0648
Óleo	0,0473
Tempo	<.0001
Tempo x Vitamina C	0,6990
Tempo x Óleo	0,2024
Vitamina C x Óleo	0,7521
Tempo x Vitamina C x Óleo	0,9993

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de SNK ($P < 0,05$).

Resultados semelhantes foram encontrados por Pita et al. (2008), que observaram concentrações de TBARS significativamente ($P \leq 0,05$) maiores em ovos cozidos armazenados por 30 dias, em relação aos ovos cozidos sem armazenamento.

A suplementação das dietas com vitamina C não causou efeito ($P > 0,05$) na estabilidade oxidativa da gema cozida porque, segundo Camargo et al. (1984), ela é uma das vitaminas mais susceptíveis às alterações durante o processamento pois, devido a sua alta solubilidade, a pasteurização, o cozimento, a desidratação e a evaporação destroem parcialmente a vitamina C presente nos alimentos.

A Tabela 2.15 apresenta a comparação das médias de TBARS dos ovos frescos e cozidos nos dias 0, 14 e 28 de armazenamento.

Tabela 2.15 - Comparação das médias de TBARS, expressas em mg MDA/kg de gema, dos ovos frescos e cozidos para os diferentes níveis de vitamina C e os óleos de soja e de girassol nos tempos 0, 14 e 28 dias de armazenamento.

Vitamina C	0 dias	14 dias	28 dias
0	0,7488	0,5951b	1,2180
100	0,6992	0,5477b	0,9568
200	0,7316	0,7642a	1,3669
400	0,7551	0,5646b	1,2411
Óleo			
Soja	0,7419	0,6223	1,3696
Girassol	0,7255	0,6134	1,0218
Tipo de ovo			
Fresco	0,5640b	0,5567b	0,4422b
Cozido	0,9034a	0,6790a	1,9492a
CV	19,1768	44,3396	85,5736
Valor de P			
Tipo de ovo	<.0001	0,0316	<.0001
Vit C	0,5200	0,0290	0,5670
Óleo	0,5718	0,8734	0,0997
Tipo ovo x Vit. C	0,8969	0,1040	0,5443
Tipo ovo x Óleo	0,5824	0,4993	0,0881
Vit C x Óleo	0,8136	0,6654	0,9462
Tipo ovo x Vit. C x Óleo	0,7409	0,6845	0,9397

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de SNK ($P < 0,05$).

Notou-se que os ovos cozidos apresentaram maiores valores de TBARS, em comparação aos ovos frescos, durante os períodos de armazenamento, provavelmente devido à exposição a altas temperaturas durante o processamento, que aumenta a quantidade de produtos de oxidação na gema, resultando em valores elevados de malonaldeído quando comparados com os ovos crus (Pita et al, 2008). Além do processamento e aquecimento dos ovos aumentarem os danos oxidativos dos ácidos graxos contidos na gema (Halliwell et al., 1995).

Trabalhos anteriores apresentaram resultados semelhantes ao do presente experimento. Galobart et al. (2001) observaram valores de TBA até 10 vezes maiores em ovos submetidos ao processo de “spray-dried” (desidratação por pulverização) e armazenados por 0, 6 e 12 meses, em relação aos ovos frescos; além disso, os valores de TBA dos ovos processados foi maior quando enriquecidos com óleo de linhaça (fonte de $\omega 3$), em

comparação com óleo de girassol ($\omega 6$), durante todo o armazenamento. Do mesmo modo, Pita et al. (2008) encontraram maiores valores de TBARS nas gemas de ovos cozidos em relação aos ovos frescos.

6. CONCLUSÃO

Sugere-se que o óleo de girassol pode melhorar características importantes de desempenho e qualidade dos ovos de codornas europeias; porém, é recomendável fazer estudos de custo das dietas com inclusão de óleos vegetais e vitamina C.

De acordo com as condições de temperatura do presente estudo, não recomendamos a utilização de vitamina C devido ao baixo efeito sobre alguns parâmetros de desempenho e qualidade do ovo. No entanto, sugerimos novas pesquisas com a vitamina C em condições de estresse por calor.

Os dados de oxidação lipídica sugerem que a alta temperatura durante o processamento dos ovos aumenta a oxidação lipídica na gema; portanto, a gema de ovo fresco tem melhor estabilidade oxidativa em relação à gema de ovo processado.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. **Resolução RDC nº 482, de 23 de setembro de 1999.**

AHN, D.U.; KIM, S.M.; SHU, H. Effect of egg size and strain and age of hens on the solids content of chicken eggs. **Poultry Science**, v.76, p.914-919, 1997.

ALBINO, L.F.T.; BARRETO, S.L.T. **Codornas: criação de codornas para produção de ovos e carne.** Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2003, 289p.

AL-DARAJI, H.J.; AL-MASHADANI, H.A.; MIRZA, H.A.; AL-HAYANI, W.K. AND AL-HASSANI, A.S. Influence of Source of Oil Added to Diet on Egg Quality Traits of Laying Quail. **International Journal of Poultry Science**, Baghdad, v.10, n.2, p.130-136, 2011.

AMES, B.N. DNA damage from micronutrient deficiencies is likely to be a major cause of cancer. **Mutation Research**, v. 475, p.7–20, 2001.

ANGELO, A.J. **Lipid oxidation in food.** Washington, DC: American Chemical Society, 364 p. 1992.

ARAÚJO, J.M.A. **Química de alimentos: teoria e prática.** Imprensa Universitária, UFV. 335p., 1995.

ARAÚJO, W.A.G.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; CARVALHO, T. A.; BIRRO, T. Vitamina E na nutrição animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, Artigo 118 v. 7, n. 04 p.1292-1303, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ÓLEOS VEGETAIS – ABIOVE. **Abiove prevê produção maior de farelo e óleo entre Fev/2014 e Jan/2015.** 2013. Disponível em: <<http://www.abiove.org.br>> Acesso em: 04/12/2013.

AUBOURG, S.P. Interaction of malondialdehyde with biological molecules—new trends about reactivity and significance. **International journal of food science & technology**, v. 28, n. 4, p. 323-335, 1993.

BAIÃO, N.C. & LARA, L.J.C. Oil and fat in broiler nutrition. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v.7, n.3, p.129-141, 2005.

BALNAVE, D. Essential fatty acids in poultry nutrition. **World's poultry science journal**, v. 26, n. 01, p. 442-460, 1970.

BAPTISTA, Rami Fanticelli. **Avaliação da qualidade interna de ovos de codorna (*Coturnix coturnix japonica*) em função da temperatura de armazenamento**. Dissertação, Universidade Federal Fluminense, 99 p. Niterói, 2002.

BARDAKÇIOĞLU, H.E.; TURKYILMAZ, M.K.; NAZLIGUL, A. Effects of Vitamin C Supplementation on Egg Production Traits and Eggshell Quality in Japanese Quails (*Coturnix coturnix japonica*) Reared under High Ambient Temperature. **Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences**, Turquia, v.29, p.1185-1189, 2005.

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

BAUCCELLS, M.D.; CRESPO, N.; BARROETA, A.C. et al. Incorporation of different polyunsaturated fatty acids into eggs. **Poultry Science**, v.79, p.5-59, 2000.

BAUNGARTNER, J. Japanese quail production, breeding and genetics. **World's Poultry Science** 50:228-235, 1994.

BRANDÃO, P. A.; COSTA, F. G. P.; BARROS, L. R.; NASCIMENTO, G. A. J. Ácidos graxos e colesterol na alimentação humana. **Agropecuária Técnica**, Areia, v. 26, n. 1, p. 5-14, 2005.

CAMARGO, R. **Tecnologia dos produtos agropecuários: alimentos**. São Paulo: Nobel, 1984. 298 p.

CAMPBELL, M.K. & FARRELL, S.O. **Bioquímica: bioquímica básica**. Vol. 1, São Paulo: Thomson Learning, 2007.

CARVALHO, S. M.; OGLIARI, P. J.; BARRERA-ARELLANO, D.; BLOCK, J. M. Efeito da adição de tocoferóis naturais sobre a qualidade de óleo de soja refi nado e embalado em PET durante a estocagem. **Brazilian Journal of Food Technology**, São Paulo, v. 11, n. 2, p. 134-143, 2008.

CECCHI, H.M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. Campinas: Editora da Unicamp, 212p. 1999.

CEDRO, T.M.M. CALIXTO, L.F.L. GASPAR, A. AGOSTINHO, T.S.P. Proporções entre ácidos graxos poliinsaturados em ovos comerciais convencionais e enriquecidos com ômega-3. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.4, p.706-711, abr, 2011.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Conjuntura Mensal do Girassol, Período: Junho de 2013**.

COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL - CATI . **Torta de Girassol**. 2001.

COSTA, F. G. P; BATISTA, A. S. M; BELTRÃO FILHO, E. M; DAL MONTE, H. L. B; JORDÃO FILHO, J.; PEREIRA, V. O. Enriquecimento de ovos: revisão. **Higiene alimentar**, v. 21, n.140, p.16-23, 2006.

COSTA, F.G.P.; SOUZA, J.G.S.; SILVA, J.H.V.; RABELLO, C.B.V.; GOULART, C.C.; NETO, R.C.L. Influência do óleo de linhaça sobre o desempenho e a qualidade dos ovos de poedeiras semipesadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.5, p.861-868, 2008.

CUNNINGHAM, J.G. **Tratado de fisiologia veterinária**. 3ª edição. Editora: Guanabara Koogan S.A. 2004

CURI, R.; POMPEIA, C.; MIYAZAKA, C.; PROCOPIO, J. **Entendendo a gordura: os ácidos graxos**. 1ª ed. São Paulo: Editora Manole, v.1. 580p. 2002.

DE LA TORRE, M.C. & LÓPEZ, E. El papel de los antioxidantes. **Alimentaria**, Madrid, jun., p.19-27, 1997.

DHALIWAL, A. P. S. & NAGRA, S. S. Effect of vitamin C and E on the laying performance of japanese quails during heat stress. **Indian Journal of Animal Nutrition**, v. 24, n. 2, p. 116-119, 2007.

DOLZ, S. Utilización de grasas y subproductos lipídicos en monogástricos. In: Curso de Especialización Fedna, 12, Madrid. **Resumos...** p. 25-38, 1996.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Tecnologia para produção do óleo de soja: descrição das etapas, equipamentos, produtos e subprodutos**. Londrina: Embrapa Soja, 40p. (Documentos / Embrapa Soja, n. 171), 2001.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil - 2005**. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste, Fundação Meridional, 239p. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, n.6), 2004a.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Extração de óleo de girassol utilizando miniprensa**. Londrina: Embrapa Soja, 27p. (Documentos / Embrapa Soja, n. 237), 2004b.

ESCRIBANO, F. Fisiología digestiva y metabolismo de las grasas e hidratos de carbono en gallinas ponedoras. In: DE BLAS, C.; MATEOS, G.G. **Nutrición y Alimentación de Gallinas Ponedoras**. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, 263p. 1991

ESTERBAUER, H.; SCHAUR, R.J.; ZOLLNER, H. Chemistry and biochemistry of 4-hydroxynonenal, malonaldehyde and related aldehydes. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 11, n. 1, p. 81-128, 1991.

FABICHAK, I. **Codorna: criação, instalação, manejo**. São Paulo: Nobel, 2005, 77p.

FARIA, D.E.; JUNQUEIRA, O.M.; SOUZA, P.A.; TITTO, E.A.L. Performance, body temperature and egg quality of laying hens fed vitamins D and C under three environmental temperatures. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 3, n.1, p. 49-56, 2001.

FRANCHINI, A., SIRRI, F., TALLARICO, N., MINELLI, G., IAFFALDANO, N., MELUZZI, A. Oxidative stability and sensory and functional properties of eggs from laying hens fed supranutritional doses of vitamins E and C. **Poultry Science**, v. 81, n. 11, p. 1744-1750, 2002.

FURLAN, R.L. Influência da temperatura na produção de frangos de corte. In: VII SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 7., 2006, Chapecó. **Anais...** Chapecó, SC, p. 104-135, 2006.

FURLAN, R.L. & MACARI, M. Lipídios: digestão e absorção. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2 ed., p.144-148, 2002.

GALOBART, J.; BARROETA, A.C.; BAUCCELLS, M.D.; GUARDIOLA, F. Lipid oxidation in fresh and spraydried eggs enriched with omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acids during storage as affected by dietary vitamin E and cathaxanthin supplementation. **Poultry Science**, v. 80, p. 327-337, 2001.

GENCHEV, A. Quality And Composition Of Japanese Quail Eggs (*Coturnix Japonica*). **Trakia Journal of Sciences**, vol. 10, nº 2, p. 91-101, 2012.

GOKALP, H. Y., OCKERMAN, H. W., PLIMPTON, R. F.; HARPER, W. J. Fatty acids of neutral and phospholipids, rancidity scores and TBA values as influenced by packaging and storage. **Journal of Food Science**, v. 48, n. 3, p. 829-834, 1983.

GÓMEZ, M.E.B.; MENDONÇA-JUNIOR, C. X.; MANCINI-FILHO J. Estabilidad oxidativa de huevos enriquecidos con ácidos grasos poliinsaturados omega 3, frente a antioxidantes naturales. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 39, n. 4, p. 425-432, 2003.

GRAY, J.I. Measurement of lipid oxidation - A review. **Journal of American Oil Chemists' Society**, v.55, n.5, p. 539-546, 1978.

GROBAS, S.; MÉNDEZ, J.; LOPEZ BOTE, C.; BLAS, C.; MATEOS, G. G. Effect of vitamin E and A supplementation on egg yolk α -tocopherol concentration. **Poultry Science**, v. 81, p. 376-381, 2002.

GROMPONE, M. A. Sunflower Oil. In: SHAHIDI, F. **Bailey's Industrial Oil & Fat Products: Edible Oil & Fat Products Chemistry, Properties & Health Effects**. 6. ed. New Jersey: Wiley Interscience, v.2. Cap. 14, p. 655-730, 2005.

GÜÇLÜ, B.K.; UYANIK, F. and İSCAN, K.M. Effects of dietary oil sources on egg quality, fatty acid composition of eggs and blood lipids in laying quail. **South African Journal of Animal Science**, South African, v.38, n.2, p.91-100, 2008.

GUIMARÃES, M. C. C.; FURTADO, D. A.; NASCIMENTO, J. W. B.; TOTA, L. C. A.; SILVA, C. M.; LOPES, KAROLINE B. P. Efeito da estação do ano sobre o desempenho produtivo de codornas no semiárido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.2, p.231–237, 2014.

GUINAZI, M.; MILAGRES, R.C.R.M.; PINHEIRO-SANT'ANA, H.M.; CHAVES, J.B.P. Tocoferóis e tocotrienóis em óleos vegetais e ovos. **Química Nova**, v. 32, n. 8, p. 2098, 2009.

GUNSTONE, F.D. Vegetable Oils. In: SHAHIDI, F. **Bailey's Industrial Oil & Fat Products: Edible Oil & Fat Products Chemistry, Properties & Health Effects**. 6. ed. New Jersey: Wiley Interscience. v.1. Cap. 6, p. 213-267, 2005.

HALLIWELL, B.; MURCIA, M.A.; CHIRICO, S.; ARUOMA, O. Free radicals and antioxidants in food and in vivo: what they do and how they work. **Critical Reviews in Food Science & Nutrition**, v. 35, n. 1-2, p. 7-20, 1995.

HAMMOND, E.G.; JOHNSON, L.A.; SU, C.; WANG, T.; WHITE, P.J. Soybean Oil. In: SHAHIDI, F. **Bailey's Industrial Oil and Fat Products: Edible Oils**. 6.ed. EUA: Wiley interscience v.2. Cap. 13, p. 577-653, 2005.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ – IAPAR. **Culturas para biodiesel - Girassol**. Programa de Pesquisa em Culturas Diversas – PDC, Secretaria de estado da agricultura e do abastecimento – PR, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção da Pecuária Municipal**. Volume 38, Brasil, 2010.

IRANDOUST, H.; SAMIE, A. H.; RAHMANI, H. R.; EDRISS, M. A.; MATEOS, G. G. Influence of source of fat and supplementation of the diet with vitamin E and C on performance and egg quality of laying hens from forty four to fifty six weeks of age. **Animal Feed Science and Technology**, 177: 75–85, 2012.

IPEK, A.; CANBOLAT, O.; KARABULUT, A. The effect of vitamin E and vitamin C on the performance of japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) reared under heat stress during growth and egg production period. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 20, n. 2, p. 252 - 256, 2007.

KESHAVARZ, K. The effect of different levels of vitamin C and cholecalciferol with adequate or marginal levels of dietary calcium on performance and eggshell quality of laying hens. **Poultry Science**, v. 75, p.1227- 1235, 1996.

LAI, S.M.; GRAY, J.I.; BOOREN, A.M.; CRACKEL, R.L.; GILL, J.L. Assessment of off-flavor development in restructured chicken nuggets using hexanal and TBARS measurements and sensory evaluation. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 67, n. 4, p. 447-452, 1995.

LARA, L.J.C.; BAIÃO, N.C.; AGUILAR, C.A.L.; CANÇADO, S.V.; FIUZA, M.A.; RIBEIRO, B.R.C. Effect of lipid sources of diets on broiler performance. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.57, n.6, p.792-798, 2005.

LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. **Princípios da bioquímica**. 3.ed. São Paulo: Sarvier, 975p. 2002.

LEITE, R.M.V.B.C.; BRIGHENTI, A.M.; CASTRO, C. de. (Ed.). **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 641p.

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.

LIMA, R.B.; LIMA, D.F.; SILVA, J.H.V.; LACERDA, P.B.; SANTOS, R.A.; SARAIVA, E.P.; SILVA, C.T. Influência da temperatura e do balanço eletrolítico sobre o desempenho de codornas europeias (*Coturnix coturnix coturnix*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46, 2009, Maringá. **Anais...** Maringa: Societdade Brasileira de Zootecnia, 2009.

MARSHALL, A. C.; SAMS, A. R.; ELSWYK, M. E. Oxidative stability and sensory quality of stored eggs from hens fed 1.5% menhaden oil. **Journal of Food Science**, v. 59, n. 3, p. 561-563, 1994.

MARTIN, C. A., ALMEIDA, V. V. D., RUIZ, M. R., VISENTAINER, J. E. L., MATSHUSHITA, M., SOUZA, N. E. D., & VISENTAINER, J. V. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v.19, n.6, 761-770, 2006.

MELUZZI, A.; SIRRI, F.; MANFREDA, G.; TALLARICO, N.; FRANCHINI, A. Effects of dietary vitamin E on the quality of table eggs enriched with n-3 long-chain fatty acids. **Poultry Science**, v.79, p.539-545, 2000.

MIDILLI, M.; BAYRAM, J.; EROL, H.; CETINGUL, I.S.; CAKIR, S.; CALIKOGLU, E.; KIRALAN, M. The Effects of Dietary Poppy Seed Oil and Sunflower Oil on Performance, Reproduction and Egg Quality Parameters and Fatty Acid Profile of Egg Yolk in the Japanese Quail. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, Asian, v.8, n.2, p.379-384, 2009.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. **INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 49, DE 22 DE DEZEMBRO DE 2006**.

MÓRI, C.; GARCIA, E. A.; PAVAN, A. C.; PICCININ A.; SCHERER, M. R.; PIZZOLANTE, C. C. Desempenho e Qualidade dos Ovos de Codornas de Quatro Grupos Genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.864-869, 2005.

MOURA, A.M.A.; FONSECA, J. B.; RABELLO, C. B.; TAKATA, F. N.; OLIVEIRA, N. T. E. Desempenho e qualidade do ovo de codornas japonesas alimentadas com rações contendo sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.12, p.2697-2702, 2010.

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

MOURA, C.S.; CAVALCANTI, M.C.O; GUERRA, M.M.P; BATISTA, A.M; BARRETO M.B.P. Teste de avaliação in vitro e criopreservação do sêmen do cão utilizando diferentes diluidores. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v.9, p.102-106, 2002.

NATIONAL ACADEMY PRESS. **Dietary reference intakes for vitamin C, vitamin E, selenium, and carotenoids**. Washington (DC): 2000.

NELSON, D. L. & COX, M. M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. 5º Ed. São Paulo: SERVIER, 2011.

OLIVEIRA, B. L. Importância do manejo na produção de ovos de codornas. In: II SIMPÓSIO INTER. e I CONGRES. BRAS. DE COTURNICULTURA. **Anais...** p.91-95. Lavras. 2004.

OLIVEIRA, D.D. **Fontes de lipídios na dieta de poedeiras: efeito sobre a produção e o perfil de ácidos graxos na gema**. 49f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

OLIVEIRA, D.D.; BAIÃO, N.C.;CANÇADO, S.V.; FIGUEIREDO, T.C.; LARA, L.J.C.; LANA, A.M.Q. Fontes de lipídios na dieta de poedeiras: desempenho produtivo e qualidade dos ovos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.62, n.3, p.718-724, 2010.

OLIVEIRA, D.D.; BAIÃO, N.C.; CANÇADO, S.V.; OLIVEIRA, B.L.; LANA, A.M. Q.; FIGUEIREDO, T.C. Effects of the use of soybean oil and animal fat in the diet of laying hens on production performance and egg quality. **Ciências Agrotécnicas**, Lavras, v. 35, n. 5, p. 995 -1001, set./out., 2011.

OLIVEIRA, E.G. Pontos críticos no manejo e nutrição de codornas. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS E TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO DE RAÇÕES, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas, p.71-96, 2001.

ORBAN, J.I.; ROLAND, S.R.; CUMMINS, K.; LOVELL, R.T. Influence of large doses of ascorbic acid on performance, plasma calcium, bone characteristics, and eggshell quality in broilers and leghorn hens. **Poultry Science**, v. 72, n. 4, p. 691-700, 1993.

OSAWA, C.C, FELÍCIO, P.E, GONÇALVES, L.A.G. Teste de TBA aplicado a carnes e derivados: métodos tradicionais, modificados e alternativos. **Química Nova**, v. 28, n. 4, p. 655-663, 2005.

PANDA, B.; SINGH, R.P. Developments in processing quail meat and eggs. **World's Poultry Science Journal**, London, v. 46, p. 220-234, 1990.

PARCKER, J. E.; SLATER T. F.; WILSON, R. L. Direct observation of a free radical interaction between vitamin E and vitamin C. **Nature**, n. 278, p. 737-738, 1979.

PELÍCIA, K.; GARCIA, E.A.; SCHERER, M.R.S.; MÓRI, C.; DALANEZI, J.A.; FAITARONE, A.B.G.; MOLINO, A. B.; BERTO, D. A. Alternative calcium source effects on commercial egg production and quality. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 9, n. 2, p. 105-109, 2007.

PEREIRA, A.L.F.; VIDAL, T.F.; ABREU, V.K.G.; ZAPATA, J.F.F.; FREITAS, E.R. Type of dietary lipids and storing time on egg stability. **Food Science and Technology (Campinas)**, v. 31, n. 4, p. 984-991, 2011.

PINTO, R.; FERREIRA, A. S.; ALBINO, L. F. T.; GOMES, P. C.; VARGAS, J. G. J. Níveis de Proteína e Energia para Codornas Japonesas em Postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1761-1770, 2002.

PITA, M.C.G.; NETO, E.P.; NAKAOKA, L.M.; JUNIOR, C.X.M. Efeito da adição de ácidos graxos insaturados e de vitamina E à dieta de galinhas e seu reflexo na composição lipídica e incorporação de α -tocoferol na gema do ovo. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v.41, n.1, p.25-31, 2004.

PITA, M.C.G.; PIBER NETO, E.; MENDONÇA JUNIIOR, C.X. Efeito da suplementação de linhaça, óleo de canola e vitamina E na dieta sobre a oxidação dos ácidos graxos na gema dos ovos de galinhas poedeiras. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 45, n. supl., p. 27-32, 2008.

QUINTÃO, E.C.R. **Colesterol e Aterosclerose**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Editora Qualitymark Ltda, 1992. v. 1. 276 p.

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

RESENDE, M. J. M.; FLAUZINA, L. P.; McMANUS, C. et al. Desempenho produtivo de biometria das vísceras de codornas francesas alimentadas com diferentes níveis de energia metabolizável e proteína bruta. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.26, n.3, p.353-358, 2004.

RODRIGUES, E.A.; CANCHERINI, L.C.; JUNQUEIRA, O.M. et al. Desempenho, qualidade de casca e perfil lipídico de gemas de ovos de poedeiras comerciais alimentadas com níveis crescentes de óleo de soja no segundo ciclo de postura. **Acta Scientia Animal Science**, Maringá, v.27, n.2, p.207-212, 2005.

ROLL, A.A.P. **Óleo de canola e selênio orgânico para codornas de duplo propósito**. Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, 2012. 84f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, 2012.

ROLL, A.P.; LOPES, D.N.; DEL PINO, F.A.B.; ROLL, V.; DIONELLO, N.J.L.1; RUTZ, F. Perfil de ácidos graxos de ovos de codornas alimentadas com óleo de canola e selênio orgânico. In: **XIII ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO**, 13, Pelotas, p.228, 2011.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos - Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2011, 252p.

RUTZ, F. Absorção de vitaminas. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2 ed., p.149-165, 2002.

SAHIN, K. & KUCUK, O. Effects of vitamin C and vitamin E on performance, digestion of nutrients and carcass characteristics of Japanese quails reared under chronic heat stress (34 C). **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 85, n. 11-12, p. 335-341, 2001.

SAHIN, N. & SAHIN, K. Optimal dietary concentrations of vitamin C and chromium picolinate for alleviating the effect of low ambient temperature (6.2^oC) on egg production, some egg characteristics, and nutrient digestibility in laying hens. **Veterinarni Medicina-Praha**, v. 46, n. 9/10, p. 229-236, 2001.

SAHIN, K.; SAHIN, N.; ONDERCI, M.; GURSU, M. F.; ISSI, M. Vitamin C and E alleviate negative effects of heat stress in Japanese quails. **Food, Agriculture & Environment**, v. 1, n. 2, p. 244-249. 2003.

SALVADOR, D.; FARIA, D. E.; MAZALLI, M. R.; ITO, D. T.; FARIA FILHO, D. E.; ARAÚJO, L. F. Vitaminas D e C para poedeiras na fase inicial de produção de ovos. **Revista Brasileira de Zootecnia** v.38, n. 05. p. 887-892, 2009.

SANT ANNA, M.; RUSSO, A.; PALHANO, T.; HOEFLER, R. Uso Racional da Vitamina C (ácido ascórbico). **Cebrim Informa 04, Conselho Federal de Farmácia**, 2013.

SANTOS, M.S.V; ESPÍNDOLA, G.B; LÔBO, R.N.B; FUENTES, M.F.F; CARVALHO, L.E; SANTOS, A.B.E. Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais submetidas às dietas com diferentes óleos vegetais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.10, n.3, p 654-667, 2009.

SANZ, M.; LOPEZ-BOTE, C.J.; MENOYO, D.; BAUTISTA, J.M. Abdominal fat deposition and fatty acid synthesis are lower and \hat{a} -oxidation is higher in broiler chickens fed diets containing unsaturated rather than saturated fat. **Journal of Nutrition**, v. 130, p.3034-3037. 2000.

SEVEN, P.T. The effects of dietary Turkish propolis and vitamin C on performance, digestibility, egg production and egg quality in laying hens under different environmental temperatures. **Asian-Australasian journal of animal sciences**, v. 21, n. 8, p. 1164-1170, 2008.

SHAFEY, T.M.; DINGLE, J.G.; McDONALD, M.W. Comparison between wheat, triticale, rye, soybean oil and strain of laying bird on the production, and cholesterol and fatty acid contents of eggs. **British Poultry Science**, v.33, p.339-346, 1992.

SILVA, J.H.V & COSTA, F.P. **Tabelas para codornas Japonesas e Europeias**. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2009.

SILVA, J.H.V.; JORDÃO FILHO, J.; COSTA, F.G.P.; LACERDA, P.B. de; VARGAS, D.G.V.; LIMA, M.R. Exigências nutricionais de codornas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.13, n.3, p.775-790 jul./set., 2012.

SIMOPOULOS, A.P. Human requirement for N-3 polyunsaturated fatty acids. In Symposium: role of poultry products in enriching the human diet with N-3 PUFA. **Poultry Science**, v. 79, p. 961-970, 2000.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA - SBC. **V Diretriz Brasileira de Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose**. Arquivos Brasileiros de Cradiologia, ISSN-0066-782X, V. 101, Nº 4, 2013.

SOUZA, Janete Gouveia. **Desempenho zootécnico e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais submetidas a dietas com óleos de linhaça**. Areia, PA. 93p. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Federal da Paraíba, 2007.

SOUZA-SOARES, L. A.; SIEWERDT, F. **Aves e ovos**. Pelotas: Ed. da Universidade UFPEL, 138 p., 2005.

SOUZA, V.C. & LORENZI, H. **Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II**. 2ª ed. Nova Odessa, Instituto Plantarum. 2008.

STADELMAN, W.J. & COTTERILL, O.J. **Egg Science and Technology**. 4.ed. Haworth Food Products Press, New York. 591p., 1995.

TACO - **Tabela brasileira de composição de alimentos** / NEPA – UNICAMP, 4. ed. Campinas: NEPAUNICAMP, 161 p. 2011.

TEIXEIRA, M. P. F. & ABREU, M. L. T. Vitamina c em rações para frangos de corte estressados por calor. **Revista Eletrônica Nutritime**, Artigo 135, v. 8, n. 02 p.1489-1498, 2011.

THOMPSON, B.K.; HAMILTON, R.M.G.; VOISEY, P.W. Relationships among various egg traits relating to shell strength among and within five avian species. **Poultry Science**, v.60, p.2388-2394, 1981.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA. **Crop Production (November 2013)**. USDA, National Agricultural Statistics Service, 2013.

VAN ELSWYK, M. E. Comparison of n-3 fatty acid sources in laying hen rations for improvement of whole egg nutritional quality: A review. **British Journal of Nutrition**, 78, Suppl. 1, S61-S69, 1997.

VIDRIH R., FILIP S., HRIBAR J. Content of Higher fatty acid in Green vegetables. **Czech Journal of Food Sciences**, v. 27, p. 125-129, 2009.

VYNCKE, B.W. Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic acid extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. **Fette Seifen Anstrichm., Leinfelden**, v.72, n.12, p.1084-1087, 1970.

WALZEM, R. L. Lipoproteins and the laying hen: form follows function. **Poultry and Avian Biology Reviews** v. 7, p. 31–64, 1996.

WAŚOWIC E.; GRAMZA, A.; HEŚ, M.; JELEŃ, H.H.; KORCZAK, J.; MALECKA, M.; MILDNER-SZKUDLARZ, S.; RUDZIŃSKA, M.; SAMOTYJA, U.; ZAWIRSKA-WOJTASIAK, R. Oxidation of lipids in food. **Polish Journal of Food and Nutrition Sciences**, v. 13, n. 54, p. 87–100, 2004.

WHITEHEAD, C. C. & KELLER, T. An update on ascorbic acid in poultry. **World's Poultry Science Journal**, v. 59, n. 02, p. 161-184, 2003.

YOSHIDA Y, UMENO A, SHICHIRI M. Lipid peroxidation biomarkers for evaluating oxidative stress and assessing antioxidant capacity in vivo. **Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition**. Vol. 52, n. 1, p. 9-16, 2013.

ZAPATA, L.F. & GERNAT, A.G. The effect of four levels of ascorbic acid and two levels of calcium on eggshell quality of forced-molted white leghorn hens. **Poultry Science**, v. 74, n. 6, p. 1049-1052, 1995.